

ПРАКТИКУМ ПО

ФИЗИОЛОГИИ



Д. П. БИЛИБИН, К. Т. ВЕТЧИНКИНА, И. Г. ВЛАСОВА, Л. П. ДОРИНА,  
Г. Ф. КАЛИСТРАТОВ, В. А. КАРЯГИН, В. И. КОНОВАЛОВ, К. М. КУЛЛАНДА,  
Е. И. ЛЕБЕДИНСКАЯ, Ю. В. УРЫВАЕВ, С. А. ЧЕСНОКОВА

# ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ

С МАТЕРИАЛАМИ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАННОГО  
КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Под редакцией доцента К. М. КУЛЛАНДЫ

*Допущено Главным управлением учебных заведений  
Министерства здравоохранения СССР  
в качестве учебного пособия  
для студентов медицинских институтов*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЕДИЦИНА» МОСКВА — 1970



Настоящий практикум содержит разработки форм выполнения на современном методическом уровне ряда классических лабораторных работ по физиологии, традиционно включаемых в курс обучения студентов. Практикум знакомит студентов с принципами работы, возможностями и правилами использования ряда новых медицинских приборов, выпускаемых отечественной промышленностью для научно-исследовательских лабораторий и клиник.

Пособие включает описание наиболее важных новых методов исследования, особенно имеющих значение для клиники; содержит разработки новых лабораторных работ, знакомящих студентов с рядом современных теоретических и практических проблем физиологии.

Вместе с тем в практикуме сохранены и наиболее ценные в методическом отношении классические лабораторные работы в общепринятой форме их выполнения.

В пособии введен новый раздел, содержащий программированные материалы по всему курсу физиологии. Эти материалы предназначены для самостоятельной индивидуальной работы студентов, но могут быть использованы и для группового (безмашинного или с применением машин) контроля знаний, проводимого преподавателем.

Практикум предназначается для студентов медицинских институтов.



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Современный период развития физиологии характеризуется рядом значительных достижений, в большинстве своем обусловленных совершенствованием существующих и разработкой новых методов исследования. Решающую роль в этом сыграло быстрое совершенствование усилительной электронной техники, измерительной и регистрирующей аппаратуры, создание разнообразных систем преобразования неэлектрических процессов в электрические, применение новых методов обработки информации.

В настоящее время новые методы и новая аппаратура вытесняют из лабораторий и клиник ранее применявшиеся методы и приборы, поэтому современному врачу необходимо иметь как теоретические сведения о них, так и навыки их практического использования. Очевидно, что и то и другое в первую очередь должно приобретаться в процессе лабораторных занятий по физиологии.

Отмеченные обстоятельства и побудили коллектив кафедры нормальной физиологии медицинского факультета Университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы предпринять попытку создания «Практикума по физиологии». При этом мы руководствовались следующими отправными задачами:

1) разработать формы выполнения на современном методическом уровне некоторых классических лабораторных работ, традиционно включаемых в курс обучения студентов;

2) познакомить студентов с принципами работы, возможностями и правилами использования ряда новых медицинских приборов, выпускаемых отечественной промышленностью для научно-исследовательских лабораторий и клиник;

3) описать наиболее важные новые методы исследования, особенно имеющие значение для клиники;

4) ввести новые лабораторные работы, знакомящие с рядом современных теоретических и практических проблем физиологии.

Мы далеки от мысли, что все то, что до сих пор и с давних лет преподносилось студентам на практических занятиях по физиологии, устарело и требует замены. Мы только за рациональное сочетание классических работ и методов исследования с современными работами и формами эксперимента. Подбор соотношения тех и других — вопрос, решаемый индивидуально и в соответствии с техническими возможностями кафедры. С этой целью мы сохранили в настоящем практикуме все наиболее важные в методическом отношении классические работы в общепринятой форме их выполнения.

В практикум введен раздел, содержащий программированные материалы, предназначенные для самостоятельной индивидуальной работы студентов. Восемилетний опыт применения в учебном процессе методов программированного обучения и программированного контроля знаний убедил нас в целесообразности их использования. Включение данного раздела в практикум преследует цель помочь студентам закрепить в памяти наряду с основными вопросами теории знания, приобретенные в процессе лабораторных занятий.

Приводимые в практикуме программированные материалы могут быть использованы также для группового (безмашинного или с применением машин) контроля знаний, проводимого преподавателем в часы занятий в конце соответствующих разделов курса.

Авторы с глубоким вниманием отнесутся ко всем критическим замечаниям и заранее благодарят всех, кто возьмет на себя труд сообщить о них.

*К. Куланда*



# ЧАСТЬ I

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ К КУРСУ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

---

### ГЛАВА I

#### ЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Физиология — наука экспериментальная. С давних времен эксперимент стал ее основной формой исследования, и издавна он сочетался с использованием различного рода технических приспособлений и устройств. Даже простейший опыт, в котором, например, необходимо зарегистрировать сокращение мышцы или изменение кровяного давления, требует применения определенных инструментов: рычажка, манометра, приборов для графической регистрации и т. п. Таким образом, инструментальным методам в физиологическом эксперименте принадлежит ведущая роль.

Эта особенность наложила определенный отпечаток на историю и характер развития физиологии, в значительной мере связав ее поступательное движение с успехами физики и техники. Наглядным подтверждением тому может служить современное развитие физиологии, характеризующееся рядом значительных достижений, многие из которых являются прямым следствием общего технического прогресса и успехов физики. Наиболее ярко это проявляется в исключительном влиянии на развитие физиологических исследований электроники и радиотехники.

##### 1. ЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ В ФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ И КЛИНИКЕ

Создание и быстрое совершенствование в последние десятилетия усилительной электронной техники открыли новые пути для проникновения в сущность многих физиологических процессов, изучение механизмов которых с помощью ранее применявшихся методов было принципиально невозможно. В качестве примеров можно привести успешные исследования

механизмов возбуждения, передачи его через синапсы, изучение многих вопросов, связанных с работой отдельных клеток и нервной системы в целом, и др.

Наряду с этим совершенствование электронной измерительной и регистрирующей аппаратуры и создание разнообразных систем для преобразования неэлектрических процессов в электрические дали в руки исследователей новые, отличающиеся высокой точностью методы объективной регистрации физиологических функций, что в огромной мере расширило возможности эксперимента.

Развитие электроники и радиотехники позволило создать комплекс специальной аппаратуры, на основе которого сложился важнейший метод исследования — радиотелеметрия физиологических функций, т. е. неконтактная передача информации о физиологических процессах от объекта исследования с помощью радио. Этот метод, в частности, позволяет вести исследования на животных в условиях космоса и следить за состоянием космонавтов при космических полетах.

Однако все перечисленное далеко не исчерпывает значения радиоэлектроники для физиологии и медицины. В наши дни все больше различной электронной аппаратуры из стен лабораторий переходит в клинику. Среди этой аппаратуры много специальных приборов, предназначенных для воздействия на организм с лечебными целями электрическим током, ультразвуком и т. п. К этому следует добавить все возрастающую роль электронных вычислительных машин для обработки экспериментальных данных, материалов медицинского обследования населения, для диагностики сложных случаев заболеваний и т. д. Одним словом, электронные приборы становятся незаменимы-



ми помощниками врача и в диагностике, и в терапии самых разнообразных заболеваний.

Новая электронная аппаратура и новые методы исследования, диагностики и терапии вытесняют из лабораторий и клиник ранее применявшиеся приборы и методы, поэтому современному врачу необходимо знать теоретические основы радиоэлектроники и иметь практические навыки работы с новой медицинской аппаратурой. При этом знакомство с аппаратурой должно строиться таким образом, чтобы работающий с ней знал следующее: а) имел представление о принципах, лежащих в основе конструкции и работы основных типов электронных приборов; б) знал их важнейшие характеристики и правила техники безопасности (для врача и пациента) при работе с ними; в) умел пользоваться отдельными специальными приборами и создавать из них в случае необходимости комплексные схемы; г) умел обрабатывать и читать зарегистрированные кривые (или оценивать показания приборов) и знал, какие пределы колебаний при этом характеризуют норму.

## **2. ОБЩАЯ СХЕМА СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПРИБОРАМИ И ОБЪЕКТОМ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В процессе использования аппаратуры в эксперименте и клинике создается своеобразная система: прибор — объект исследования — прибор. Причем характер взаимодействия между звеньями системы определяется свойствами как прибора, так и объекта. Поэтому основные типы приборов и их назначение целесообразно предварительно рассмотреть в рамках общей схемы связей, возможных между объектом и приборами (схема 1).

По своему назначению все приборы могут быть разбиты на две группы: а) приборы, входящие в системы, предназначенные для воздействия на объект, и б) приборы, входящие в системы, предназначенные для регистрации различных проявлений жизнедеятельности.

Основой электрической схемы первой группы приборов, создаваемых для воздействия на объект, служат электрические генераторы. Такого рода приборы предназначаются для диагностических, терапевтических и исследовательских целей. Деление это условно, так как в эксперименте могут применяться аппараты всех трех подгрупп. Те приборы, которые специально предназначаются для лабораторных исследований и служат для электрической стимуляции объектов, называют электростимуляторами. Они могут быть отнесены к приборам контактного действия, ибо генерируемые ими

стимулы передаются на объект с помощью контактирующих с последним стимулирующих (или раздражающих) электродов (1,6 схема 1).

Такой контактный способ передачи стимула сохраняется и в недавно разработанных схемах, позволяющих управлять стимуляцией объекта на расстоянии. Для этого командный сигнал от стимулятора, определяющий характеристики стимула (частота, длительность и пр.), через преобразующее устройство (3) и радиопередатчик (4) передается в эфир. Радиовоспринимающее устройство (5), укрепленное на объекте (или расположенное вблизи него), воспринимает этот сигнал и передает его на преобразователь, связанный с электродами, расположенными на объекте (7). Под влиянием принятого сигнала в преобразователе формируется стимул, имеющий заданные характеристики. Электроды, передающие стимул на объект, в экспериментах на животных часто вживляют непосредственно в нервную или мышечную ткань. Эта методика позволяет вести исследования в хронических опытах в условиях свободного поведения животных.

Стимуляторы другого вида могут быть отнесены к приборам дистанционного действия. Это фоно- и фотостимуляторы, т. е. аппараты, дающие на выходе световые и звуковые сигналы.

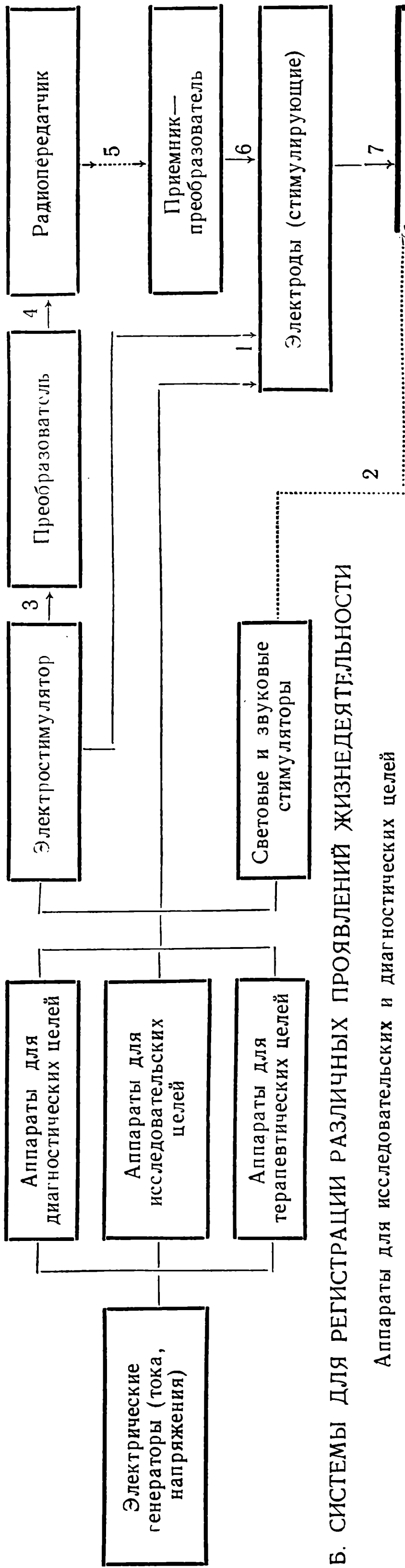
Вторую группу составляют приборы, предназначенные для регистрации различных физиологических функций и процессов. При этом сам по себе момент регистрации (графическая запись, отклонение луча осциллографа или стрелки измерительного прибора) является заключительным этапом, которому предшествует ряд промежуточных операций, выполняемых различными приборами и устройствами. Характер этих операций определяется характером регистрируемого процесса.

Так, для того чтобы зарегистрировать с помощью электронной аппаратуры неэлектрические процессы (дыхание, двигательные акты, насыщение крови кислородом, изменения температуры и т. п.), их предварительно необходимо превратить в электрические сигналы. Устройства, позволяющие осуществлять подобные превращения, называют первичными преобразователями или датчиками (8). Электрический сигнал, возникающий в датчике, трансформируется с помощью вторичных преобразователей (9), а затем усиливается (10). В некоторых приборах вторичное преобразование сигнала может отсутствовать, и тогда сигнал от датчика поступает непосредственно на вход усилительной схемы, а усиленный сигнал подается на один из регистрирующих приборов (11).

Существует много способов превращения различных функциональных проявлений в

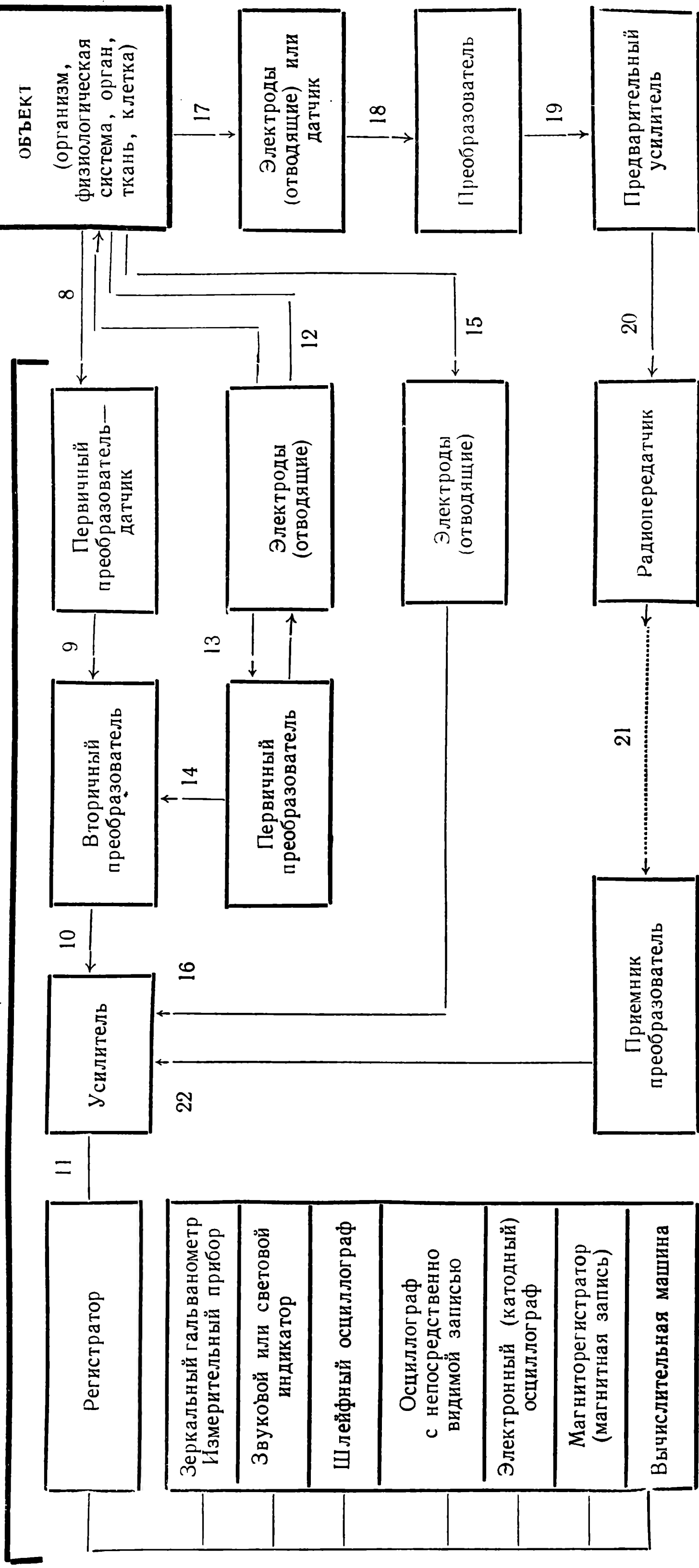


# ОБЩАЯ СХЕМА СВЯЗЕЙ В СИСТЕМЕ ПРИБОР — ОБЪЕКТ — ПРИБОР А. СИСТЕМЫ ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБЪЕКТ



## Б. СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аппараты для исследовательских и диагностических целей





электрические сигналы. Например, в организме многие процессы сопровождаются изменением электрических свойств тканей. Так, в зависимости от кровенаполнения сосудов какой-либо части тела, изменяется электрическое сопротивление тканей. Эти изменения можно зарегистрировать, пропуская с помощью электродов (12) через данный участок тела электрический ток. Его изменения после ряда преобразований (13, 14) и усиления (10) регистрируются в виде кривой, характеризующей динамику регионарного кровообращения.

Электрические процессы, возникающие в организме (токи мозга, сердца, желудка и т. п.), отводятся с помощью электродов (15), подаются на усилитель (16), а затем регистрируются.

Методика телеметрии физиологических функций позволяет регистрировать как электрические, так и неэлектрические процессы на расстоянии. При этом либо токи, генерируемые объектом, либо электрические сигналы от датчика (17) преобразуются (18), подвергаются предварительному усилению (19) и передаются в эфир (20). Затем они улавливаются специальным принимающим устройством, подвергаются дополнительному усилению и подаются на регистратор. Компоненты этой системы от датчика или отводящих электродов до радиопередатчика (17—20) укрепляют непосредственно на животном, например на голубе перед отправлением его в полет. Этот пример позволяет судить, сколь миниатюрной должна быть данная часть системы. Обычно ее собирают на малогабаритных деталях и транзисторах. В других случаях на объекте размещают только электроды и датчики, а трансформирующую и передающую аппаратуру располагают вблизи, как это имеет место на космических кораблях. Что касается принимающей, усилительной и регистрирующей аппаратуры, то ее размещают в лабораториях.

Телеметрии функций принадлежит большое будущее не только в физиологии, но и в клинике. Уже сейчас с ее помощью удастся проводить такие функциональные исследования больных, которые дают наиболее точную и объективную информацию об их состоянии. Например, комбинируя в миниатюрной капсуле датчик, реагирующий на изменения рН среды (или на изменения температуры, давления), генератор электромагнитных колебаний и источник тока, можно в условиях нормально протекающего акта пищеварения исследовать интересующий функциональный показатель по ходу пищеварительного тракта. Для этого пациенту дают проглотить капсулу-радиозонд. В пищеварительном тракте под влиянием хи-

мического состава среды датчик модулирует (изменяет) частоту колебаний, излучаемых генератором. Эти, отличающиеся от стандартных колебания с помощью внешней антенны улавливаются приемником, затем усиливаются и записываются. Характер кривой сопоставляют с местоположением радиозонда и получают информацию о динамике исследуемого показателя.

Приведенные примеры показывают (см. схему 1), что самые разнообразные функциональные показатели, интересующие физиолога и клинициста, могут быть зарегистрированы с помощью небольшого количества стандартных электронных приборов и устройств общего назначения. При этом целый ряд специальных приборов, предназначенных для терапии, имеет принципиальное сходство с приборами общего назначения. Следовательно, физиологу и клиницисту в первую очередь необходимо ознакомиться с принципами работы и конструктивными особенностями стандартных приборов и устройств общего назначения, таких, как: 1) электрические генераторы, 2) электроды, 3) усилители, 4) регистраторы, 5) преобразователи неэлектрических процессов.

Знание этой аппаратуры даст возможность понять принцип работы любого специального прибора и быстро овладеть правилами его эксплуатации.

### 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Приборы, предназначенные для воздействия на объект электричеством, представляют собой генераторы тока или напряжения. В теории электрических цепей **генератором тока называют источник с бесконечно большим внутренним сопротивлением**. Теоретически сила отдаваемого таким генератором тока определяется только свойствами самого генератора. Иными словами, она не зависит от электрического сопротивления объекта, представляющего сопротивление нагрузки выхода прибора. В противоположность генератору тока **генератором напряжения называют источник с нулевым внутренним сопротивлением**. Теоретически величина напряжения, развиваемого таким генератором, также определяется лишь его собственными свойствами и не зависит от сопротивления объекта, т. е. от сопротивления нагрузки. На самом деле таких идеальных генераторов не существует, и каждый прибор, предназначенный для воздействия на объект, практически представляет собой промежуточный тип генератора. Однако в зависимости от его назначения, зная заранее диапазон величины сопро-



тивления объекта, можно создавать генераторы с различным внутренним сопротивлением. В результате одни приборы будут обладать относительным постоянством по току, другие — по напряжению.

Генераторы являются основой ряда приборов, применяемых как для клинических (электродиагностика, электротерапия), так и для исследовательских целей.

### **А. Приборы для диагностики**

Примером таких приборов может служить аппарат для определения возбудимости нервной и мышечной ткани. Раньше такие приборы называли хронаксиметрами. В настоящее время наша промышленность выпускает аппарат «Электроимпульсатор», предназначенный для проведения полного электродиагностического исследования возбудимости: определения возбудимости, лабильности и хронаксии.

При электродиагностике требуемые напряжения достигают порядка 200 в, а сила тока — 40—45 ма. Поэтому, если сопротивление нагрузки равно примерно 4000 ом, внутреннее сопротивление для генераторов напряжения должно быть порядка 300—400 ом, а для генераторов тока — сотни Ком (для сильных токов) или даже несколько Мом (для слабых токов).

### **Б. Приборы для электротерапии**

Электрический ток нашел в терапии широкое применение, причем характер электротерапевтических воздействий отличается большим разнообразием. Используются как импульсные токи, так и постоянный (гальванический) ток. Импульсные токи могут быть очень высоких частот (широко известные аппараты УВЧ) и низкой частоты (аппарат для низкочастотной терапии синусоидальными модулированными импульсами СНИМ-1). Форма импульсов также может быть различной; применяются синусоидальные, пилообразные, прямоугольные и другие виды импульсов. Существуют приборы, позволяющие наносить на объект кратковременный сильный удар (разряд) тока. Примером таких приборов может служить аппарат для дефибрилляции сердца. Другие приборы предназначены для более или менее длительного воздействия токами умеренной силы. К такого рода приборам относятся аппараты для воспроизведения электросна и электронаркоза и пр. Применяемые при электротерапии напряжения и силы токов варьируют в еще большей степени, чем при электродиагностике, однако принцип, определяющий характер соотношения прибор — объект, остается тем же.

### **В. Приборы для исследовательских целей — электростимуляторы**

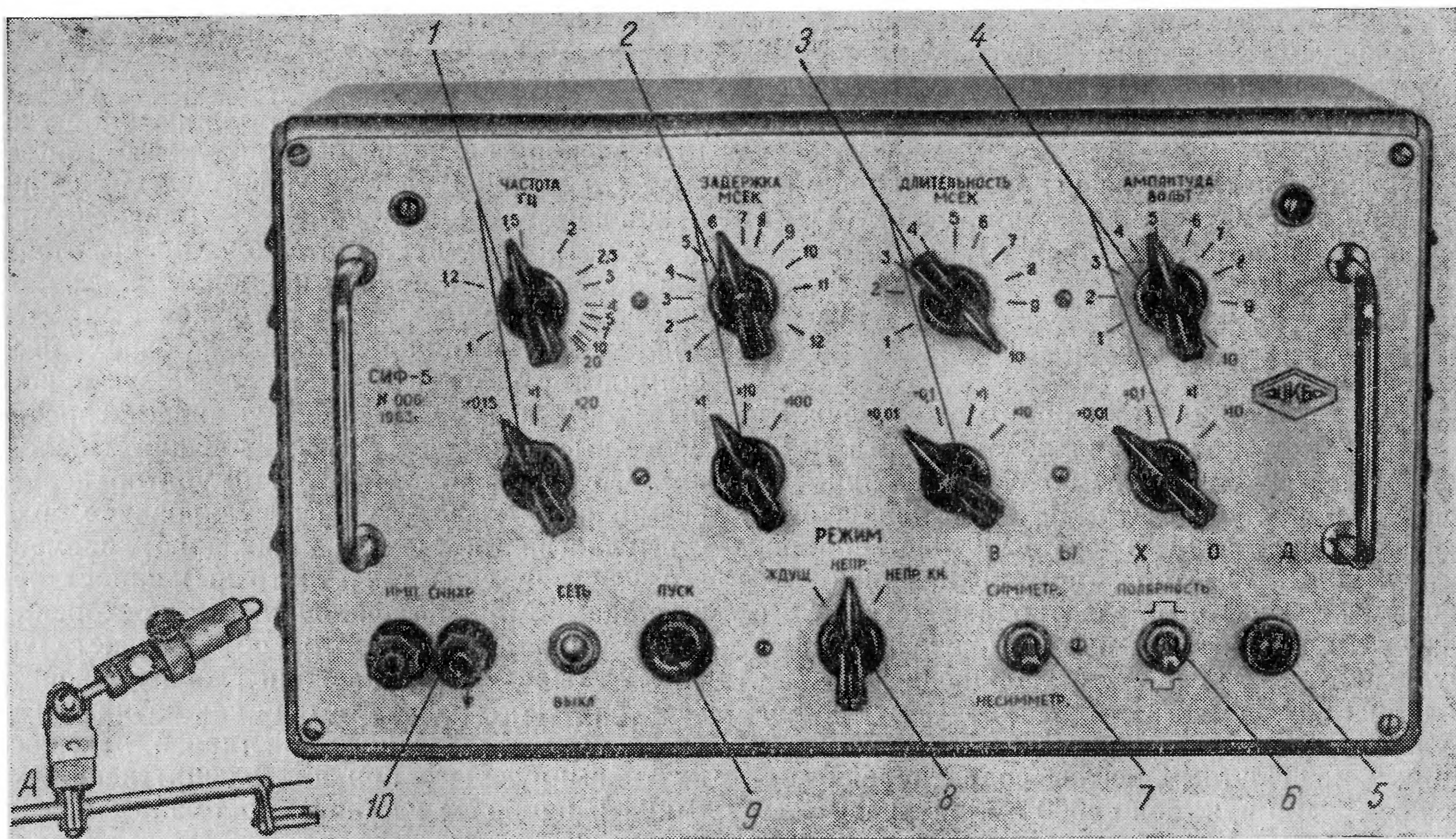
Электростимулятор стал в лабораториях самым распространенным и необходимым прибором. Он пришел на смену аккумулятору, индукционному санному аппарату Дюбуа-Реймона, метроному-прерывателю, прерывателю Нефа, реохорду и другим приборам, применявшимся в эксперименте до того, как была создана стимуляторная техника. Современный стимулятор не только заменяет все эти приборы вместе взятые, но и обеспечивает гораздо более высокое качество исследования. Последнее обусловлено тем, что стимулятор делает возможным более точное регулирование силы стимула (по току и по напряжению), времени его действия, скорости (крутизны) нарастания и спада, а также периодичности повторения. Наряду с этим стимулятор обеспечивает лучшие условия для реализации главных свойств электрического раздражителя как раздражителя наиболее адекватного для тканей, наименее их травмирующего при длительном использовании и наиболее удобного по технике применения.

Для исследовательских целей наиболее удобен стимулятор, который в зависимости от условий эксперимента может использоваться либо как генератор тока, либо как генератор напряжения. Внутреннее сопротивление такого стимулятора должно быть в 30—40 раз больше или меньше сопротивления объекта при работе соответственно в режимах «генератор тока» или «генератор напряжения». Однако подобные универсальные стимуляторы сложны и громоздки, поэтому в обычных экспериментах с электрической стимуляцией целесообразно пользоваться более простыми приборами.

Один из таких приборов — стимулятор импульсный физиологический (СИФ-5) — приведен на рис. 1<sup>1</sup>. Стимулятор предназначен для лабораторных исследований и учебных занятий. СИФ-5 представляет собой генератор прямоугольных импульсов с независимой регулировкой их частоты (1), длительности (3) и амплитуды (4). Он имеет низкоомный выход (5), что обеспечивает независимость выходного напряжения от сопротивления объекта. Полярность выходных импульсов может меняться (6). Прибор имеет три режима работы (8): ждущий, прерывный и непрерывный с запуском от кнопки (9). В ждущем режиме стимулятор запускают либо внешним сигналом, подаваемым на

<sup>1</sup> Прибор разработан Центральным конструкторским бюро с опытным заводом АМН СССР и кафедрой физиологии Университета дружбы народов им. П. Лумумбы.

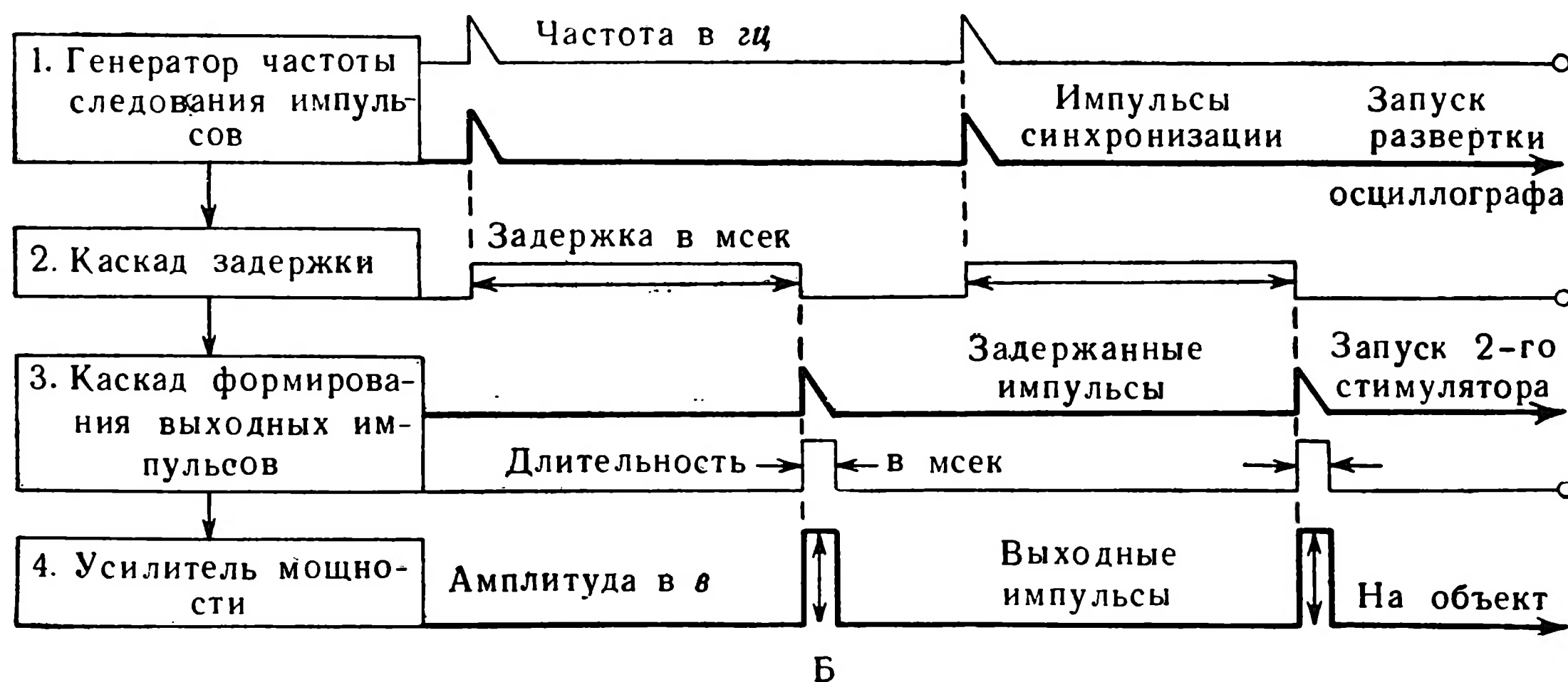




Основные блоки  
стимулятора

Регулируемые параметры

Генерируемые импульсы  
и их назначение



Б

Рис. 1. А — импульсный стимулятор СИФ-5 (пояснения в тексте); Б — схема работы стимулятора в режиме непрерывной генерации импульсов.

клеммы, расположенные на задней панели, либо нажатием кнопки (9). Стимулятор выдает на клеммы (10) импульс синхронизации для запуска других приборов. Выходной импульс относительно импульса синхронизации может быть задержан (2). Для уменьшения артефакта при стимуляции прибор имеет на выходе изолирующий трансформатор, который вклю-

чают переводом тумблера (7) в положение «Симметричный выход». Прибор прост в обращении и надежен в работе.

Для учебных целей может быть использован и другой стимулятор — ИС-01 (рис. 2). Этот полупроводниковый импульсный генератор в одном из режимов работы выдает постоянное напряжение, что необходимо для ряда работ



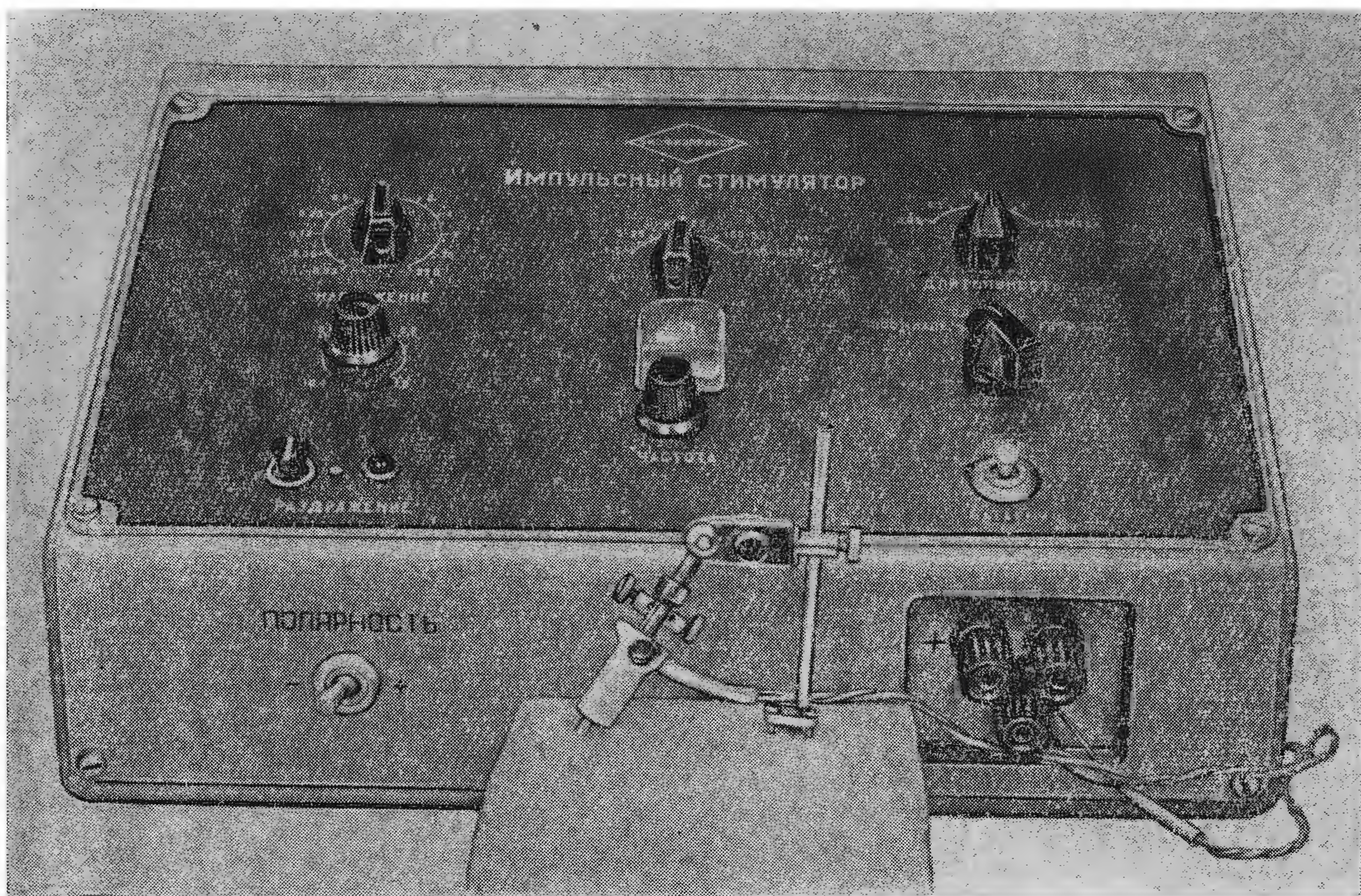


Рис. 2. Импульсный стимулятор ИС-01 (пояснения в тексте).

по нервно-мышечной физиологии. Однако существенными недостатками прибора являются отсутствие выходного устройства для устранения артефакта, отсутствие ждущего режима работы и то, что он не выдает импульса синхронизации. Это весьма ограничивает возможности использования прибора даже в учебных целях.

#### 4. ЭЛЕКТРОДЫ

Электроды служат связующим звеном между приборами и объектом. Существует много различных форм электродов, особенности которых определяются их назначением. В связи с этим для характеристики электродов применяют ряд специальных терминов.

1. В зависимости от роли, выполняемой в данном эксперименте, **электроды могут быть стимулирующими или отводящими** (рис. 3, А—М). Принципиальной разницы между теми и другими нет, и один и тот же электрод может выполнять как ту, так и другую функцию.

Если электроды предназначены для поляризации ткани, т. е. для воздействия на нее постоянным током, то их называют **поляризующими**.

При униполярном методе отведения потенциалов, стимуляции и поляризации тканей различают активный электрод (дифферентный) и пассивный (индифферентный). Активный электрод располагают в зоне отведения потенциалов или на том участке ткани, который необходимо подвергнуть воздействию.

Пассивный электрод помещают в некотором удалении от активного, обычно на участке ткани, имеющем низкий и относительно постоянный потенциал, либо на умерщвленном участке ткани, либо в окружающую объект жидкую электропроводную среду. При этом в ряде случаев необходимо, чтобы площадь поверхности, контактирующей с объектом, у пассивного электрода была в несколько раз больше, чем у активного. Индифферентные электроды часто выполняют в виде пластинки (рис. 3, Н) из серебра или олова.

2. По конструкции, рассчитанной на определенный способ отведения (или раздражения), различают **биполярные** (рис. 3, А, Г, Д—Л) и **униполярные** (рис. 3, Б, В, М) электроды.

3. Если электроды предназначены для расположения на поверхности объекта (на поверхности мышцы, мозга и т. п.), они называются **поверхностными** (рис. 3, А, В, Г). Такие элект-



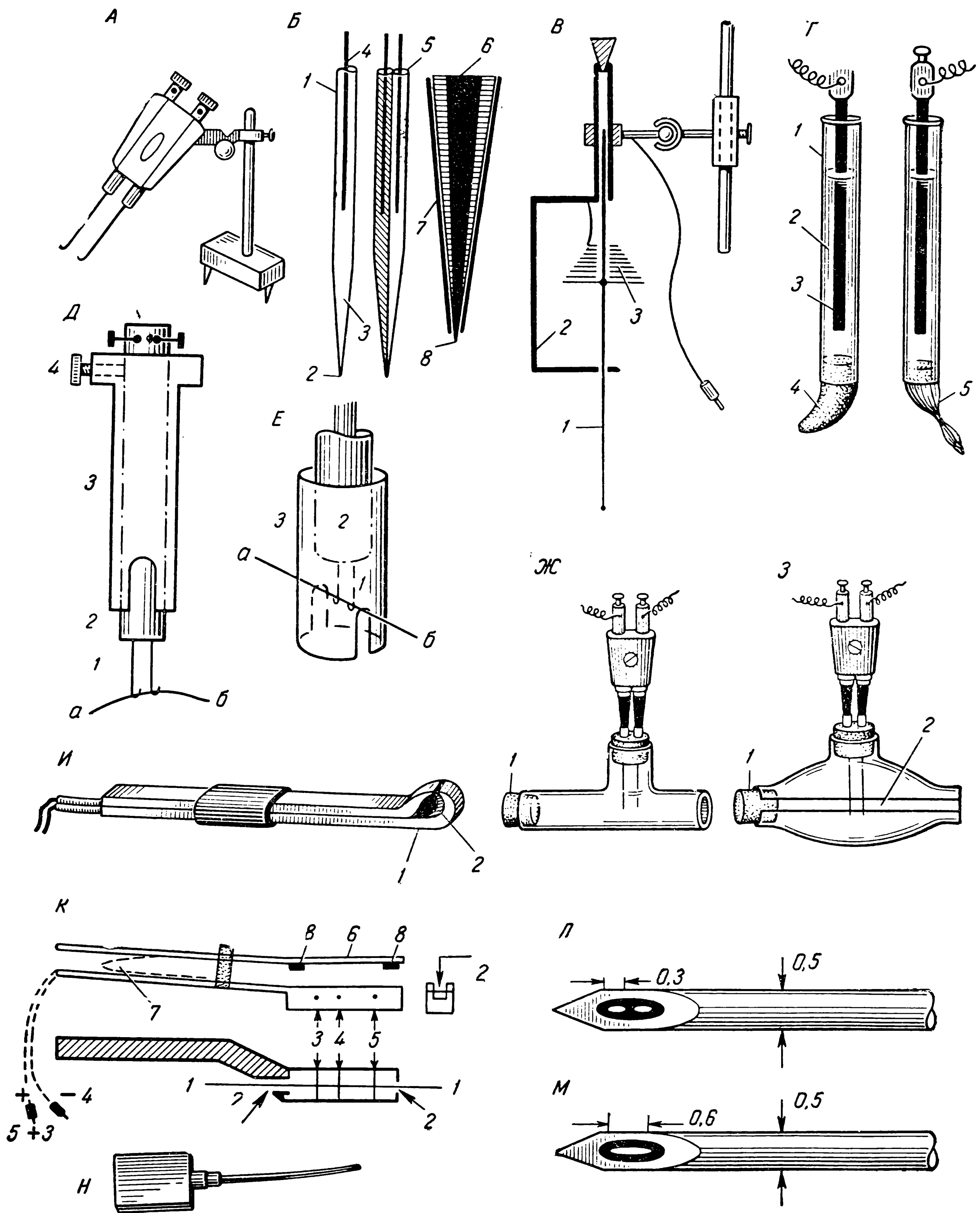


Рис. 3. Внешний вид и схемы различных типов электродов (пояснения в тексте).



роды используют и в тех случаях, когда исследуемый объект может быть выделен из окружающих тканей (например, участок нервного ствола) или когда оперативным путем открывается доступ к его поверхности.

Для работы с объектами, расположенными в глубине тканей, применяют **погружные** электроды (рис. 3, Б, Д—М). Конструктивная особенность этих электродов состоит в том, что их токопроводящая система (металлические проводники или электролит) защищена от соприкосновения с окружающими тканями, не являющимися объектом исследования.

4. Часто при физиологических исследованиях возникает необходимость применять **неполяризующиеся электроды**.

Существует ряд общих требований, предъявляемых ко всем электродам: они не должны оказывать на объект вредного влияния, менять своих свойств при прохождении через них тока и не должны сами становиться источником потенциалов. Последнее особенно важно при электрофизиологических исследованиях, когда отводимые потенциалы малы и могут быть значительно искажены поляризационными потенциалами.

Как известно, импульсные или переменные токи дают незначительный эффект поляризации, поэтому при работе с ними можно пользоваться любыми металлическими электродами, не реагирующими с электролитами тканей объекта и не выделяющими ионов, изменяющих состояние объекта. Такими свойствами обладают благородные металлы (золото, серебро, платина), а также нержавеющая сталь, никель, нихром и др.

В противоположность этому постоянный ток, проходя через электроды и ткани объекта, вызывает ряд электрохимических процессов. В результате между электродами возникает разность потенциалов, по знаку противоположная воздействию или отводимому потенциалу. Поэтому при воздействии на объект постоянным током, а также при отведении медленно изменяющихся или постоянных потенциалов необходимо применять неполяризующиеся электроды. Такими свойствами обладает любой металл, покрытый слоем своей труднорастворимой соли или погруженный в насыщенный раствор своей соли.

Чаще всего в этих случаях используют серебряные электроды, покрытые слоем хлористого серебра. Чтобы приготовить их, серебряные электроды погружают в сосуд с насыщенным раствором хлористого натрия или хлористого калия. В ванну с раствором погружают угольный электрод. К хлорируемым электродам подключают анод (+), а к угольному —

катод (—) любого источника постоянного тока (например, батареи, аккумулятора) напряжением 3—6 в. Затем пропускают постоянный ток до тех пор, пока серебряные электроды не покроются сплошным белым слоем хлористого серебра. При соприкосновении хлорированных электродов с объектом создается система  $\text{Ag}—\text{AgCl}$  — электролиты тканей объекта, дающая слабый поляризационный ток, которым можно пренебречь. Неполяризующиеся электроды представляют собой (рис. 3, Г) стеклянные трубки (1), заполненные насыщенным раствором сернокислого цинка (2). В раствор погружают цинковую амальгамированную пластинку, которую получают погружением цинковой пластинки на несколько минут в 10% раствор серной кислоты, а затем в ртуть. Нижний конец стеклянной трубки закрывают каолином, замешанным на растворе Рингера (4). Наружной части каолиновой пробки придают форму, удобную для контакта с объектом. Иногда пробку делают из гипса и вставляют в нее мягкую волосную кисточку (5).

5. Когда объектом исследования являются микроструктуры (например, одиночные нервные клетки или мышечные волокна), на смену обычным макроэлектродам приходят **микроэлектроды**. Они применяются для отведения потенциалов от одиночных клеток или от групп клеток. Потенциалы могут отводиться внеклеточно, когда электрод подводят близко к телу клетки, или внутриклеточно, когда электрод вводят внутрь клетки.

Для внутриклеточного отведения обычно используют стеклянные микроэлектроды. Они представляют собой стеклянный капилляр (рис. 3, Б, 1) диаметром 2—3 мм. Конец капилляра оттягивают (при нагревании) так, чтобы диаметр кончика (2) составлял доли микрона (обычно меньше 0,5 мк). Полость капилляра (3) заполняют 3 М раствором хлористого калия, и в него погружают серебряную проволоку, конец которой соединяют непосредственно с переходным устройством (катодный повторитель), соединенным со входом усилителя.

Стеклянные микроэлектроды могут служить и для внутриклеточной стимуляции. Если при этом необходимо одновременно и отводить потенциалы, то тогда применяют спаренные двухканальные электроды (рис. 3, Б, 5). Они представляют собой два спаянных капилляра с оттянутыми концами, полости которых изолированы друг от друга. Один канал такого электрода служит для униполярного отведения, а другой — для униполярного воздействия на клетку (например, анодом или катодом постоянного тока).



Стеклянные микроэлектроды с диаметром кончика больше 1 мк применяют для внеклеточных отведений. Внеклеточные потенциалы можно отводить и металлическими микроэлектродами. Последние представляют собой стальную иглу (рис. 3, Б, 6), один конец которой затачивают (чаще всего электролитически) так, чтобы диаметр кончика (8) составлял 5—15 мк. Снаружи такую иглу покрывают изолирующим лаком (7) так, чтобы свободным от изоляции оставался только кончик.

6. Electrodes для стимуляции и отведения могут применяться как в остром, так и в хроническом эксперименте. В последнем случае их иногда вживляют в ткани объекта. Такие электроды называют **вживленными**.

7. Некоторые конструктивные особенности электродов могут быть обусловлены стремлением приспособить их к специфике объекта исследования или расширить возможность их использования. Так, для отведения потенциалов от поверхности коры больших полушарий или мозжечка удобен «навесной» электрод (рис. 3, В). Благодаря тому, что у него отводящий стержень из серебра (1) подвешен к рамке из диэлектрика (2) на пружинящем волоске от часового баланса (3), электрод не давит на поверхность коры и не травмирует ее даже в случае значительной пульсации мозга.

Погружные электроды (рис. 3, Л, М), выполненные в виде тонких игл (диаметр 0,5 мм), предназначены для отведения биотоков от мышц или от подкорковых структур мозга.

Electrodes в стеклянном изолирующем корпусе для стимуляции нервов теплокровных животных представлены на рис. 3, Ж, З. Один из них (Ж) предназначен для раздражения пересеченного нерва. Нерв вводят внутрь трубки за привязанную к его концу лигатуру. Фиксацию нерва достигают прижатием лигатуры пробкой (1). После этого электроды погружают в ткани, что препятствует охлаждению нерва.

Другие электроды (3) могут служить и для работы с непересеченными нервами. Для этого пробку (1) вынимают, а нерв вводят внутрь корпуса через боковую прорезь (2), проходящую с одной стороны трубки по всей ее длине.

Для непересеченных нервов предназначены также погружные электроды «И» и «К» (см. рис. 3). Проводники тока у электродов «И» проходят по желобкам в пластинке (1) из диэлектрика. В загнутой ее части они выступают и соприкасаются с нервом. В электродах «К» нерв (1—1) проходит через прорези в корпусе (2) и контактирует с тремя серебряными проводниками (3, 4, 5). Два из них (3 и 5) соединены вместе и подключаются к аноду, а центральный проводник (4) подсоединяется к ка-

тоду. Это позволяет уменьшить распространение петель тока (внеполюсное распространение тока). После того как нерв поместят на электроды, полость корпуса сверху закрывают крышкой (6), прижимаемой пружинкой (7). При этом выступы на крышке (8) несколько опускают нерв, что обеспечивает его лучшее прилегание к электродам.

Electrodes «Д» и «Е» (см. рис. 3) позволяют работать как на пересеченных, так и на целых нервах. Их можно использовать как поверхностные (Д) и как погружные (Е). В последнем случае электроды (1) с помещенным на них нервом (а—б) втягивают внутрь корпуса (3) так, чтобы нерв проходил через имеющиеся в нем прорези. После того как корпус (3) сместится вдоль стержня (2), его положение фиксируют винтом (4).

## 5. УСИЛИТЕЛИ

Усилительной технике в эксперименте и клинике принадлежит ведущая роль. Электронные усилительные устройства являются необходимыми элементами многих измерительных схем. Они играют роль промежуточного звена между различного рода преобразователями неэлектрических процессов и регистрирующими приборами. И главное, они позволяют регистрировать электрическую активность объектов. На характеристике усилителей, предназначенных для последних целей, мы и остановимся.

Электрическая активность объектов характеризуется относительно малыми величинами: сила тока — микроамперами, напряжение — милливольтами. Поэтому усилители прежде всего должны обладать большим коэффициентом усиления (до нескольких миллионов), чтобы давать на выходе такой сигнал, который могли бы зафиксировать регистрирующие приборы — катодные осциллографы, чернилописцы и пр. Наряду с этим усилители должны как можно меньше искажать характер исследуемого процесса. Помимо этих общих требований, ряд особенностей усилителей определяется характеристиками тех электрических сигналов, для регистрации которых они предназначены. В зависимости от этого различают два основных типа усилителей: усилители переменного и постоянного тока.

**А. Усилители переменного тока** обладают высоким коэффициентом усиления. Они состоят из ряда последовательно соединенных усилительных каскадов, между которыми включаются разделительные конденсаторы. Поэтому усилители с межкаскадными конденсаторами называют еще реостатно-емкостными. Такие усилители пропускают переменный ток и не



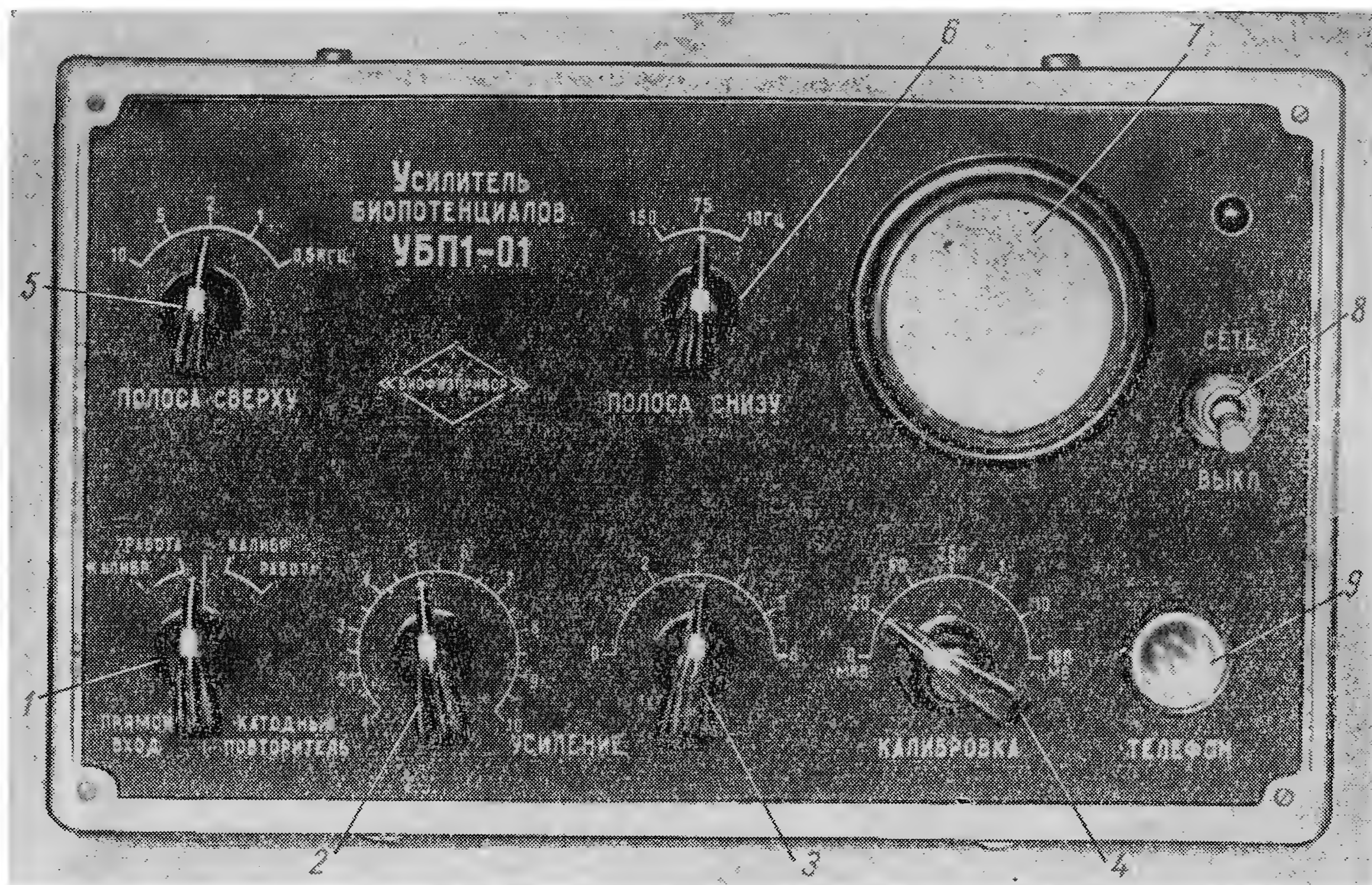


Рис. 4. Усилитель биологических потенциалов УБП1-01 (пояснения в тексте).

пропускают постоянный. Следовательно, они пригодны лишь для регистрации быстро изменяющихся во времени электрических процессов, частота колебаний которых превышает некоторую величину, определяемую конструктивными свойствами прибора. Обычно нижняя граница пропускаемых частот колеблется у таких усилителей от 0,1 до 10 гц, а верхняя достигает 10—15 кгц. Примером такого усилителя, выпускаемого нашей промышленностью, является усилитель биопотенциалов УБП1-01 и УБП1-02.

Прибор состоит из двух блоков: блока питания и собственно усилителя, собранного по симметричной (дифференциальной) схеме. Низкий уровень собственных шумов усилителя позволяет регистрировать потенциалы от 10 мкв и выше. Входное сопротивление прибора (прямой симметричный вход) около 13 Мом, следовательно, при использовании обычных отведений и макроэлектродов он не шунтирует источник биопотенциалов. Для тех случаев, когда в эксперименте необходимо использовать микроэлектроды, особенно стеклянные, имеющие большое сопротивление (от единиц до десятков Мом), в приборе имеется другой вход — катодный повторитель. Этот выносной входной каскад имеет гораздо большее сопротивление

(около 80 Мом). Переключатель входа расположен на передней панели прибора (рис. 4, 1). Этот же переключатель служит для подачи калибровочного сигнала, значение амплитуды которого задается переключателем (4). Регулятор 2 предназначен для плавной регулировки усиления, а регулятор 3 — для ступенчатой. Причем максимальный коэффициент усиления сигнала по напряжению без катодного повторителя около  $5 \cdot 10^6$ , а с катодным повторителем  $4 \cdot 10^6$ .

Прибор позволяет изучать процессы, частотная характеристика которых лежит в пределах от 10 гц до 10 кгц. Однако в этих пределах возможен выбор более узкого диапазона частот, для чего имеются переключатели ограничения полосы частот сверху и снизу (рис. 4, 5—6). При выборе рабочего диапазона (полосы) частот следует помнить, что сопротивление реактивных элементов усилителя (емкостей или индуктивностей) изменяется в связи с частотой. Это ведет к изменениям частотной и фазовой характеристик усилителя. Иными словами, всякий усилитель способен усиливать сигнал без существенных амплитудных, частотных и фазовых искажений лишь в определенном диапазоне частот. Наименьшее искажение сигнала достигается в том случае, когда усилитель про-



пускает частоты, значительно более высокие, чем частота исследуемого сигнала. Следовательно, для правильного выбора рабочего диапазона частот необходимо иметь представление о характеристиках изучаемых потенциалов. И если это процессы высокочастотные (например, разряды нервных клеток), то, не ограничивая полосу сверху, можно ограничить ее снизу,— это устранил медленные колебания и делает запись более ровной, устойчивой. В тех же случаях, когда регистрируются сравнительно медленные колебания (например, электроэнцефалограмма), целесообразно ограничить полосу частот сверху,— это приведет к снижению амплитуды колебаний, связанных с собственными шумами усилителя, и сделает запись более четкой (чистой).

На передней панели прибора расположены также экран электроннолучевой трубки, предназначенной для визуального контроля (7), тумблер включения сети (8) и выход для подключения звукового индикатора — телефона (9). Усиленный сигнал подается на две группы выходных клемм, расположенных на задней стенке прибора. Одни из них предназначены для подключения шлейфного (выход по току), а другие — катодного осциллографа (выход по напряжению).

**Б. Усилители постоянного тока** не имеют раздельных конденсаторов. У них между отдельными каскадами существует гальваническая связь, поэтому нижняя граница пропускаемых ими частот начинается от нуля. Следовательно, теоретически они должны усиливать сколь угодно медленные колебания. Однако практически этому мешает в большей или меньшей мере выраженный «дрейф нуля», т. е. нестабильность исходного уровня. Предложен ряд способов снижения дрейфа, и существующие в настоящее время приборы позволяют успешно исследовать как постоянные потенциалы, так и медленные их колебания (например, мембранный потенциал клеток, генераторный потенциал рецепторов и т. п.). Примером усилителя **постоянного тока** может служить усилитель биопотенциалов УБП1-02. Прибор во многом сходен с описанным выше УБП1-01. Отличается он наличием входа по постоянному току (вход «П»). По этому входу максимальная полоса пропускания частот лежит в пределах от 0 до 15 кгц при коэффициенте усиления  $1 \cdot 10^4$  и входном сопротивлении 5 Мом.

## **6. РЕГИСТРИРУЮЩИЕ ПРИБОРЫ (РЕГИСТРАТОРЫ) ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Регистрирующие приборы предназначены для трансформации электрических сигналов,

поступающих к ним от преобразователей и усилителей, в процессы, воспринимаемые нашими органами чувств. Основная масса регистрирующих приборов делает измеряемую величину или исследуемый процесс доступным зрительному или слуховому восприятию. Это может выражаться в различных формах: в отклонении стрелки измерительного устройства; в графической или числовой регистрации процесса на бумаге с помощью различных пишущих устройств; в отклонении луча на экране осциллографа; в виде световых или звуковых сигналов и пр. Таким образом, регистрирующий прибор не обязательно должен быть прибором записывающим.

Регистрируемая величина или процесс в качестве промежуточного этапа могут записываться и в виде электрических сигналов (например, на магнитную ленту). Однако записанная таким образом информация для ее качественного и количественного анализа нуждается в дальнейшем преобразовании в форму, доступную восприятию.

В последнее время все большее значение приобретает анализ физиологической информации с помощью электронных вычислительных машин. Для этого информацию (в зависимости от целей) вводят в машину после некоторой предварительной обработки или же непосредственно с помощью переходных устройств. В первом случае информацию, полученную в эксперименте или при обследовании больного, анализируют и отбирают из нее то, что представляет интерес или требует дальнейшей обработки. Данные кодируют (например, двоичными числами), наносят с помощью специального устройства (перфоратор) на перфокарту или перфоленту и в таком виде вводят в машину, которая проводит дальнейшую обработку информации в соответствии с заданной ей программой.

Во втором случае физиологическая информация в виде электрических сигналов или в форме кривых, записанных на бумаге или кинопленке, вводится в переходное устройство. Последнее автоматически, по заданной программе, обрабатывает информацию, кодирует ее и вводит в вычислительную машину. Примером переходного устройства, позволяющего обрабатывать информацию, представленную в виде кривых (например, запись токов сердца — электрокардиограмма), графиков и т. п., является отечественный прибор «Силуэт».

Из большого числа регистрирующих аппаратов может быть выделена группа приборов общего назначения. Это приборы до известной степени универсальные, т. е. не приспособленные специально для регистрации какой-либо



одной функции или процесса. Такие приборы могут включаться в качестве регистраторов в разные схемы, предназначенные для исследования различных процессов. Современные регистрирующие приборы сложны по устройству. Многие из них предназначены для одновременной регистрации нескольких процессов. В большинстве случаев они имеют собственные усилители, калибраторы времени и усиления, различные отметки, механические системы для

Б. Использование отклонения потока электронов (электронного луча) в электрическом поле. На этом принципе основано устройство **электроннолучевых трубок**, являющихся основной частью **электронных (катодных) осциллографов**.

В. Использование свойств ферромагнитных материалов намагничиваться под влиянием магнитного поля и сохранять это состояние намагниченности. На данном принципе основана

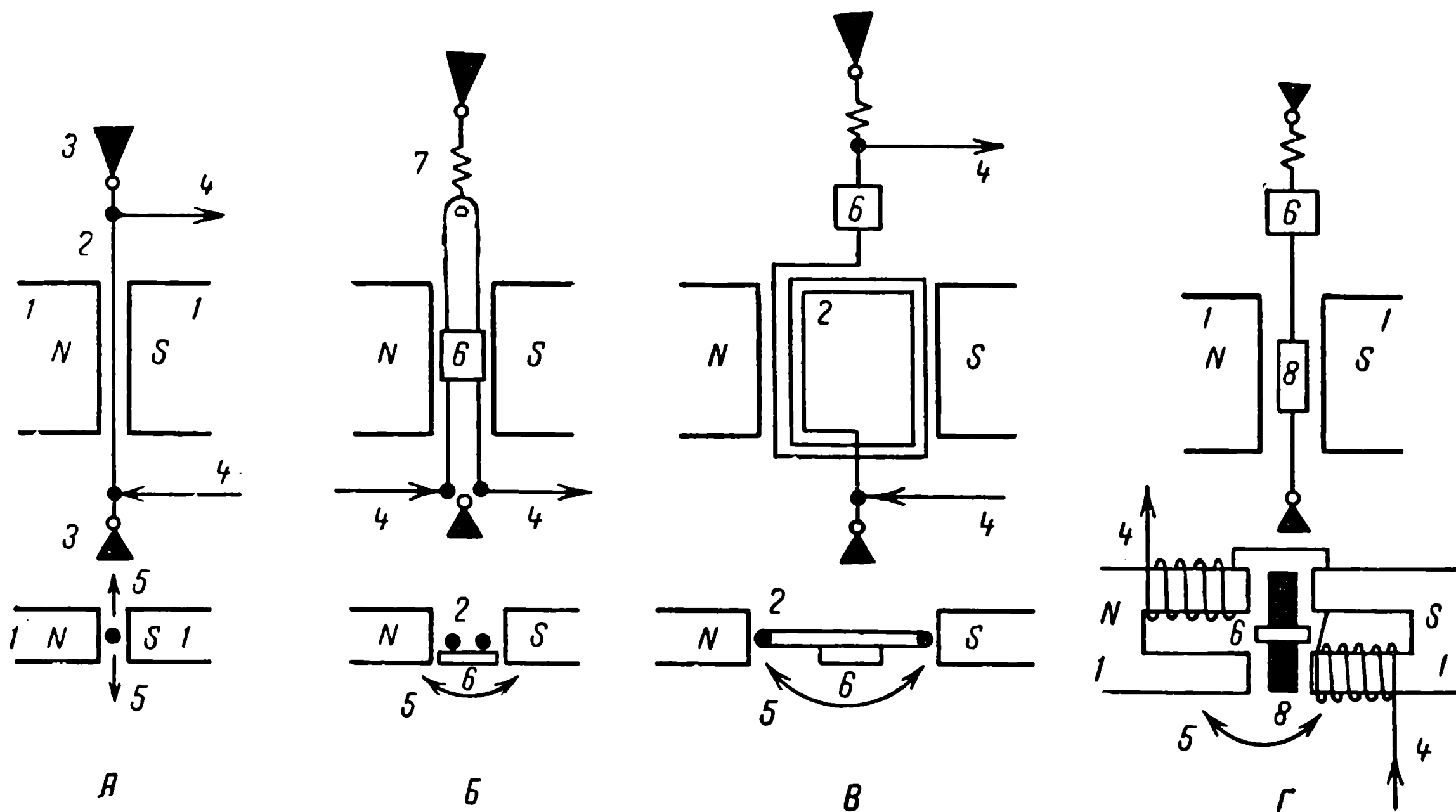


Рис. 5. Гальванометры.

А—Г — схемы устройства основных типов гальванометров: 1 — полюса магнита; 2 — проводник, несущий ток; 3 — фиксирующее устройство; 4 — стрелки, указывающие путь тока; 5 — стрелки, указывающие характер перемещения проводника; 6 — зеркальце; 7 — пружина; 8 — якорь.

протягивания бумажной ленты или киноплёнки, оптические системы для фотографирования и т. д. Однако все перечисленные части (узлы, блоки, системы) выполняют в регистраторе обслуживающую функцию. Их свойства и конструктивные особенности определяются главным — характером выходного регистрирующего устройства. Наибольшее распространение в медицинской аппаратуре получили три вида выходных регистрирующих устройств, основанных на использовании трех различных принципов.

А. Использование силы, действующей на проводник с током или на ферромагнетик в магнитном поле. Этот принцип лежит в основе конструкции различных систем гальванометров, применяемых как в качестве самостоятельных регистрирующих приборов, так и в качестве выходных устройств в шлейфных петлевых и чернильнопишущих осциллографах.

магнитная запись электрических сигналов, применяемая в различных магнитных регистраторах (магнитные самописцы).

### А. Гальванометры

Гальванометры позволяют преобразовывать электрические процессы в механические. Существуют гальванометры **магнитоэлектрической** и **электромагнитной** системы.

В гальванометрах **магнитоэлектрической системы** механический эффект достигается за счет движения проводника в постоянном магнитном поле. Проводник может быть выполнен в виде тонкой струны (рис. 5, А, 2), петли (рис. 5, Б, 2) или многовитковой рамки (рис. 5, В, 2).

В гальванометрах **электромагнитной системы** (рис. 5, Г) в магнитное поле постоянного магнита (1) помещается якорь из ферромагне-



тика (8) С помощью тока, проходящего по специальной обмотке (4), на поле постоянного магнита накладывается управляющее переменное поле. Взаимодействие этих магнитных полей создает вращающий момент, под влиянием которого якорь приходит в движение (показано стрелкой 5).

### Струнный гальванометр

Магнитное поле в этих приборах создается сильным электромагнитом. Струна в магнитном поле перемещается прямолинейно в плоскости, перпендикулярной направлению силовых ли-

сделана струна. Первые образцы приборов имели частотную характеристику около 300 гц, а у более совершенных моделей она достигает 1000 гц. Чувствительность приборов также в значительной мере определяется свойствами струны: чем она толще (и чем сильнее магнитное поле), тем чувствительнее прибор. Обычно диаметр струны составляет 2—5 мк. Так как чувствительность струнных гальванометров достигает  $10^{-10}$ — $10^{-12}$  ма/мм, они позволяют регистрировать потенциалы живых тканей без их предварительного усиления.

Однако в настоящее время струнные гальванометры в качестве регистраторов используют-

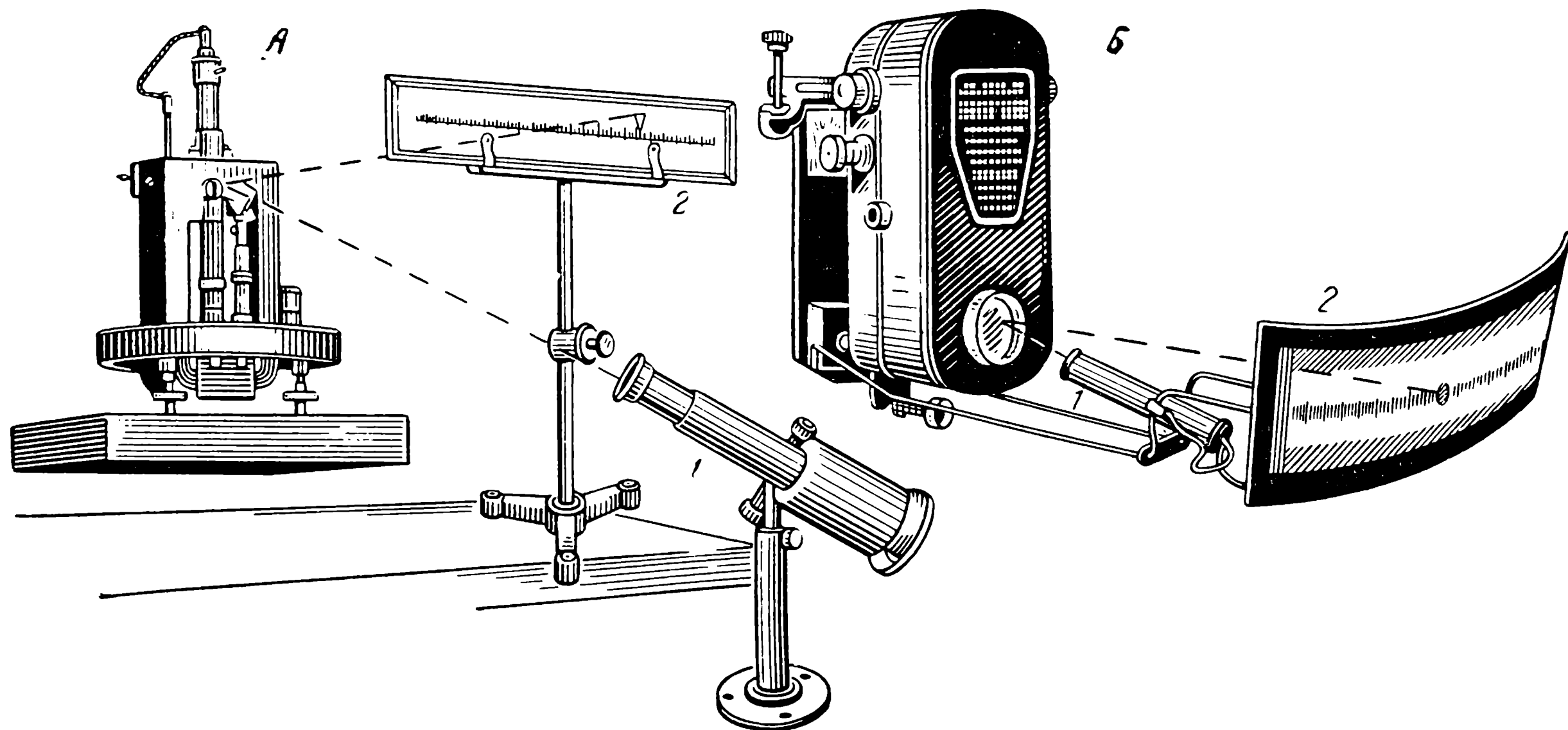


Рис. 6. А — настольный и Б — настенный типы зеркальных гальванометров: 1 — осветители; 2 — экраны.

ний поля. В зависимости от направления исследуемого тока, струна отклоняется то в одну, то в другую сторону, а сила тока определяет величину отклонения. Следовательно, гальванометр позволяет судить об изменениях во времени как силы, так и направления тока.

С помощью оптической системы тень от колеблющейся струны можно проецировать на экран, а для записи — на движущуюся фотографическую бумагу или пленку.

Струнный гальванометр был сконструирован и введен в практику физиологических исследований в начале нашего века Эйнтховеном (Einthoven), который впервые зарегистрировал с его помощью токи сердца. Частотная характеристика струнных гальванометров (т. е. количество колебаний, которое прибор способен воспроизвести в секунду) определяется как конструктивными особенностями, так и свойствами материала (его упругость), из которого

сделана струна. Первые образцы приборов имели частотную характеристику около 300 гц, а у более совершенных моделей она достигает 1000 гц. Чувствительность приборов также в значительной мере определяется свойствами струны: чем она толще (и чем сильнее магнитное поле), тем чувствительнее прибор. Обычно диаметр струны составляет 2—5 мк. Так как чувствительность струнных гальванометров достигает  $10^{-10}$ — $10^{-12}$  ма/мм, они позволяют регистрировать потенциалы живых тканей без их предварительного усиления.

### Зеркальный гальванометр

Если виток проволоки расположен параллельно силовым линиям магнитного поля, то при пропускании через него тока он будет поворачиваться, стремясь занять положение, перпендикулярное силовым линиям. Эта закономерность и использована в зеркальном гальванометре, у которого проводник тока выполняется в виде петли (см. рис. 5, Б, 2) или многовитковой рамки (см. рис. 5, В, 2). Петлю или рамку подвешивают между полюсами постоянного магнита (1) на пружине или



тонкой металлической ленте (7). На петле или рамке укрепляют легкое зеркальце (6). Когда по проводнику течет ток (на рисунке его путь указан стрелками 4) петля или рамка приходит во вращательное движение (указано стрелкой 5), а вместе с ними вращается и зеркальце. Направление движения зависит от направления тока, а угол поворота — от его силы. Возвращающая сила создается пружинным подвесом или упругостью нитей самой петли. Если с помощью осветителя (рис. 6, А—Б, 1) на зеркальце направить луч света, а «зайчик» спроецировать на полупрозрачный экран (2), то по шкале последнего можно судить о движении отраженного луча. Зеркальные гальванометры используют как самостоятельные регистрирующие приборы. Промышленность выпускает несколько типов приборов, отличающихся чувствительностью и конструктивным исполнением. На рис. 6 представлен настольный гальванометр (А) и настенный (Б). Конструкция настольного гальванометра позволяет также располагать его на полке, а луч света направлять сверху.

## Б. Шлейфный осциллограф

Зеркальные гальванометры широко используются в качестве выходных регистрирующих устройств в ряде медицинских приборов. С их помощью осуществляется фотозапись в электрокардиографах (например, в ЭКП-2; ЭКГ-5-01), динамоэлектрокардиографах (ДЭК-01), фоноэлектрокардио-, пневмо- и фотокимографах и т. п. Во всех этих приборах применяются петлевые, или шлейфные (петлю еще называют шлейфом), гальванометры либо рамочные. Прибор общего назначения, в котором для регистрации используются шлейфные зеркальные гальванометры, назван **шлейфным осциллографом**.

Гальванометры для таких приборов выпускают в виде цилиндров небольшого диаметра, поэтому удается конструировать многоканальные осциллографы (8, 14, 24 канала и даже больше). В последние годы для шлейфных осциллографов (и других приборов) стали широко применять рамочные гальванометры. Они уступают шлейфным по частотным характеристикам (у рамочных диапазон частот до 500, а у шлейфных — до 10 000 гц), но превосходят их по чувствительности. С развитием усилительной техники отпала необходимость прямой регистрации биопотенциалов с помощью гальванометров. Поэтому в современных приборах гальванометры подключают к выходным каскадам усилителей. При подключении к шлейфному осциллографу, который не имеет собст-

венных усилителей, различных приборов, необходимо обращать внимание на характеристики их выходного сигнала и чувствительность гальванометров, так как последние не допускают перегрузок по току и выходят из строя. На

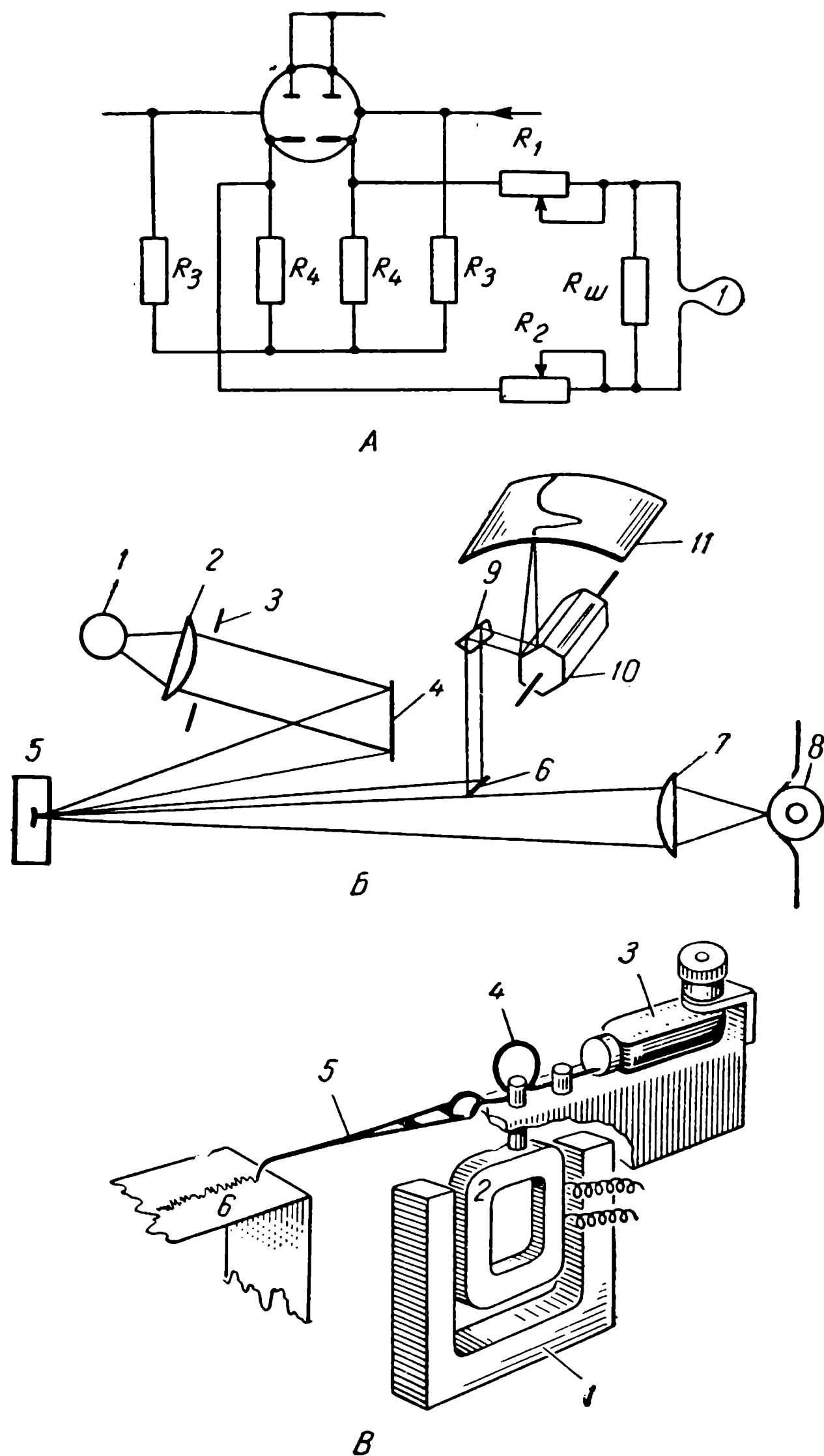


Рис. 7. А — подключение гальванометра к ламповому каскаду (по Б. Н. Лившицу); Б — схема оптической системы шлейфного осциллографа; В — рамочный магнито-электрический гальванометр для чернильной записи (пояснения в тексте).

рис. 7 (А) приведена схема подключения гальванометра (1) к выходному каскаду лампового усилителя.

Более удобными для согласования с усилителями являются электромагнитные гальванометры (см. рис. 5, Г). Так как у них несущая ток петля (или рамка) заменена неподвижной



обмоткой, создается возможность значительно увеличить число витков и таким путем не только повысить чувствительность гальванометра к току, но и увеличить его сопротивление. Электромагнитные зеркальные гальванометры используются в электрокардиографах (серии ЭКП, ЭКПС) и других приборах.

Для того чтобы иметь возможность и наблюдать, и записывать исследуемый процесс, в шлейфных осциллографах применена особая оптическая система (рис. 7, Б). Луч света от лампы осветителя (1) через линзу (2) и диафрагму (3) с помощью зеркала (4) направляется на зеркальце гальванометра (5). Отраженный луч при помощи отсекающей линзы (6) делится на два пучка. Один с помощью линзы (7) фокусируется на поверхности движущейся фотопленки, которая может протягиваться с различной скоростью лентопротяжным механизмом (8). Второй пучок с помощью цилиндрической линзы — призмы (9) направляется на вращающийся многогранный зеркальный барабан (10) и, отражаясь от него, падает на матовый экран (11). За счет вращения зеркального барабана процесс на экране разворачивается для визуального наблюдения.

## **В. Регистрирующие приборы с непосредственно видимой записью**

Применение фотозаписи, особенно в условиях клиники, сопряжено с рядом неудобств: необходимостью специальных фотолабораторий, обслуживающего персонала для обработки фотоматериалов, разрывом во времени между исследованием и получением результатов и т. д. Все это потребовало создания регистрирующих приборов, дающих непосредственно видимую запись процесса. Несмотря на многообразие методов получения видимой записи, почти все они основаны на использовании различных систем гальванометров.

Так, используя особую фотобумагу, чувствительную к ультрафиолетовому свету и мало чувствительную к видимой области спектра, можно получать изображение непосредственно, без проявления.

В ряде медицинских приборов применяется струйная запись. При этом методе в гальванометр вместо зеркальца помещают капилляр диаметром несколько микрон, через который на движущуюся бумажную ленту под давлением 10—20 атм. выбрасывается струя чернил.

В других аппаратах рамка гальванометра приводит в движение особое пишущее устройство. Им может быть электрод, который за счет приложенного к нему напряжения или путем трения изменяет электрические свойства спе-

циального состава, которым покрывают бумагу. В результате на такой электрографической бумаге возникает видимое электростатическое изображение. Существуют методы получения подобного изображения и под влиянием светового луча.

Предложены методы тепловой записи, основанной на появлении изображения на специальной бумаге под влиянием нагрева ее пишущим устройством, записи через копировальную бумагу с помощью электрического разряда (электроискровая запись) и др.

Однако всем описанным методам присущи определенные недостатки, и ни один из них не может пока конкурировать по широте применения с перьевой чернильной записью.

## **Г. Чернильнопишущие перьевые осциллографы**

Наибольшее распространение благодаря простоте, удобству и надежности в работе получили перьевые гальванометры.

Перьевой гальванометр может быть как электромагнитной, так и магнитоэлектрической (рис. 7, В) системы. Принципиальной особенностью его является то, что на рамке (2), помещенной в поле магнита (1), укреплено перо (5), соединенное трубочкой (4) с резервуаром для чернил (3). Исследуемый процесс (6) записывается на движущейся бумажной ленте. Естественно, что бо́льшая по сравнению с массой зеркальца масса пера и необходимость преодолеть силы трения приводят к увеличению размеров гальванометра и его мощности.

Перьевые гальванометры нашли применение в качестве выходных пишущих устройств в электрокардиографах (типа ЭКПСЧ), электроэнцефало- и электрогастрографах и во многих других видах приборов специального назначения.

Перьевые гальванометры стали также основой различных типов регистрирующих приборов общего назначения: многоканальных универсальных чернильнопишущих, перьевых самописцев и регистраторов (например, УСЧ8-01, РПЧ2-01 и др.). Удобен для учебных занятий двухканальный перьевой чернильнопишущий регистратор — РПЧ2-01 (см. рис. 8, А).

Прибор имеет два усилителя (по числу каналов), органы управления которыми вынесены на верхнюю панель (рис. 8, Б). Ручка 1 служит для коррекции отклонения пера от нулевого положения. С помощью ручек 2 и 3 производят плавную и ступенчатую регулировку чувствительности прибора. Тумблер (4) позволяет переводить каналы усиления в режим работы по переменному току. На вход прибора (5) мо-



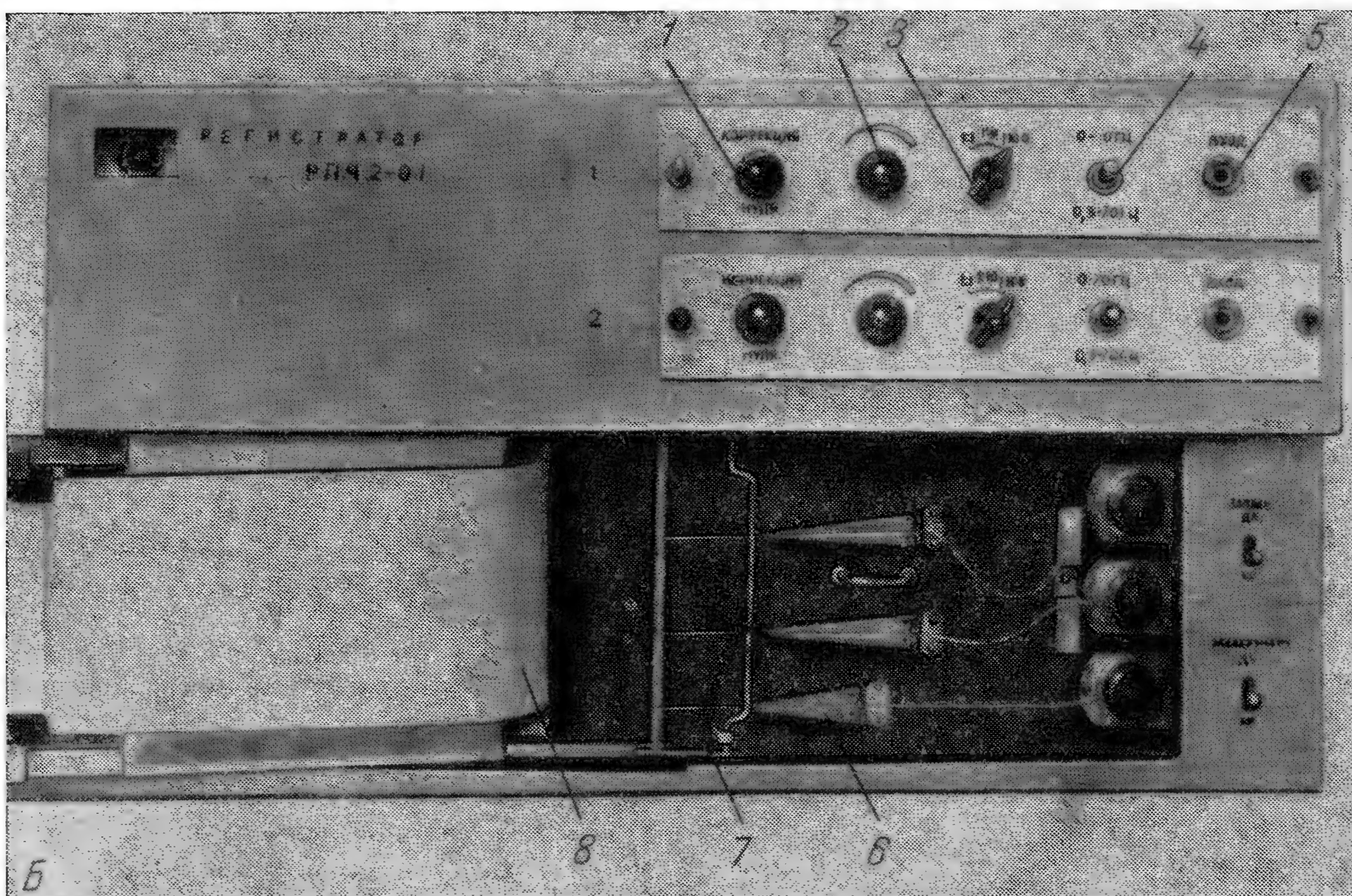
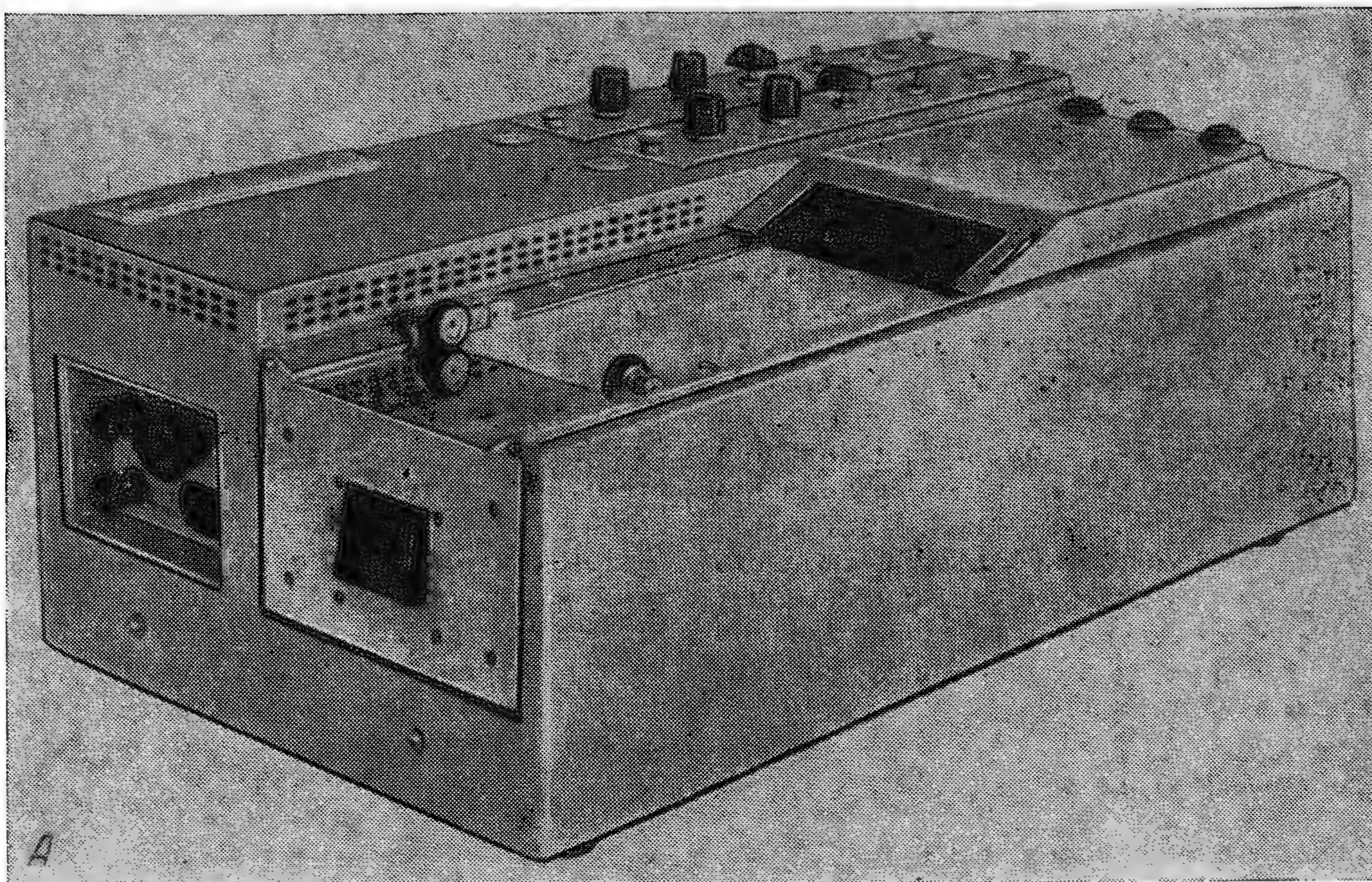


Рис. 8. Двухканальный перьевой чернильнопишущий регистратор РПЧ2-01.  
А — общий вид; Б — верхняя панель (пояснения в тексте).

гут подаваться выходные сигналы от предварительных усилителей или от датчиков.

Блок регистрации включает два электромагнитных перьевых гальванометра (6), отметчик

времени (7), лентопротяжный механизм (8) с ручкой переключения скоростей. Прибор позволяет вести запись на скоростях от 2,5 до 100 мм/сек.



И все же, несмотря на многочисленные достоинства, все перьевые гальванометры имеют и ряд существенных недостатков, ограничивающих возможности выполненных на них регистрирующих приборов. Главным из недостатков является их инерционность, не позволяющая вести регистрацию в области частот, превышающих 150 гц. Следовательно, эти гальванометры неприменимы для регистрации быстрых процессов, таких, как биотоки нервов, нервных клеток и т. п.

Другой недостаток — радиальные искажения записи, обусловленные тем, что конец пера при движении описывает дугу. К недостаткам относится и сравнительно небольшая скорость записи, которая в лучшем случае не превышает 100—150 мм/сек, тогда как для разворачивания во времени быстрых процессов требуются скорости записи в 10 раз бóльшие.

#### Д. Электронный (катодный) осциллограф

Катодный осциллограф является универсальным прибором, в котором безынерционное регистрирующее устройство позволяет исследо-

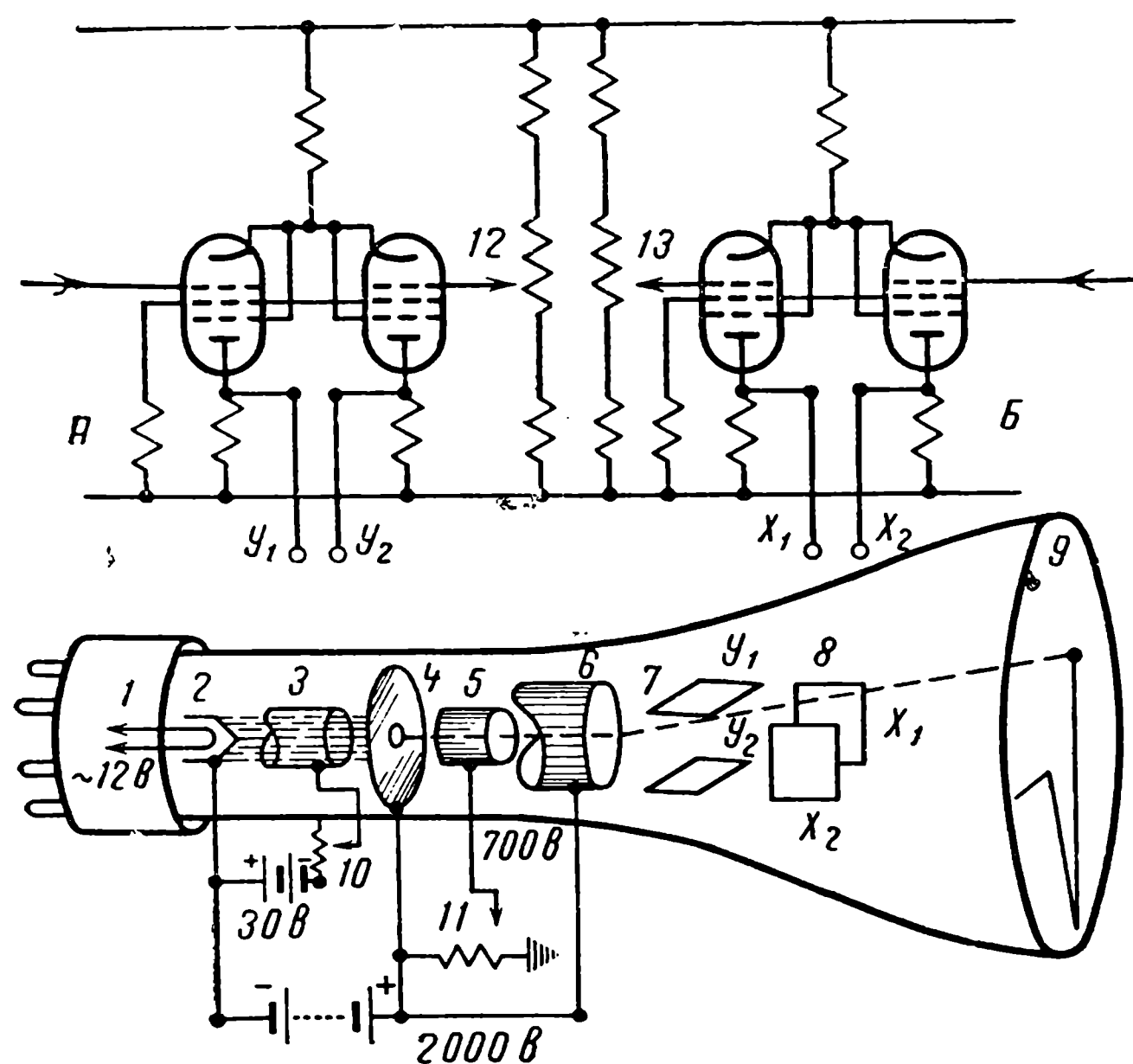


Рис. 9. Схема электростатической электроннолучевой (катодной) трубки.

1 — нить подогрева катода; 2 — катод; 3 — сетка; 4 — I анод; 5 — II анод; 6 — III анод; 7 — пластины вертикального и 8 — горизонтального отклонения луча; 9 — экран; 10 — потенциометр регулировки яркости; 11 — фокусировки луча; 12, 13 — потенциометры смещения луча по оси  $y$  и  $x$ .

А — сигнал с предшествующих каскадов собственного усилителя; Б — сигнал с предшествующих каскадов генератора развертки.

вать как медленные, так и высокочастотные процессы. Регистрирующим выходным устройством в катодном осциллографе служит электроннолучевая трубка. Существует три типа трубок: электростатические, магнитные и смешанной конструкции. В осциллографах общего назначения наибольшее распространение получили электростатические трубки (рис. 9).

Электроннолучевая трубка представляет собой стеклянный баллон, в полости которого в высоком вакууме расположены источник электронов, направляющая и фокусирующая системы и система отклонения электронного луча.

Источником электронов служит металлический катод (рис. 9, 2), подогреваемый специальной спиралью (1). Нагретый металл испускает электроны, которые с помощью управляющего цилиндрического электрода, называемого сеткой (3), находящегося под отрицательным относительно катода напряжением, концентрируются в пучок. Затем электроны устремляются к первому аноду (4), имеющему положительный относительно катода заряд. Первый анод имеет вид диска с небольшим отверстием в центре. Выходящий из этого отверстия узкий пучок электронов проходит через два цилиндра, представляющих второй (5) и третий (6) аноды. Система трех анодов образует электростатическую линзу, с помощью которой осуществляется фокусировка электронного луча. Обычно на сетку трубки подается небольшой отрицательный потенциал, меняя который (с помощью потенциометра 10), можно регулировать плотность потока электронов и за счет этого изменять яркость луча на экране трубки. Первый и третий аноды имеют общую цепь и на них подается постоянный потенциал порядка нескольких киловольт. На второй анод подается потенциал в несколько сот вольт. Изменение этого потенциала (с помощью потенциометра 11) позволяет регулировать фокусировку луча.

Пройдя систему фокусирующих электродов, поток электронов устремляется к широкой части трубки — ее экрану (9). Экран трубки покрыт составом люминофора, обладающим свойством светиться под ударами электронов. На пути к экрану электронный луч проходит между отклоняющими пластинками (7, 8).

Исследуемое напряжение через предварительный усилитель и ряд каскадов собственного усилителя осциллографа подается (А) на вертикальные пластины (7, ось « $U$ »). В зависимости от направления тока оно смещает луч вверх или вниз от горизонтальной оси, а величина отклонения пропорциональна амплитудным характеристикам сигнала.



На горизонтальные пластины (8, ось «Х») от специального генератора подаются электрические импульсы (Б) пилообразной формы. Они смещают луч в горизонтальной плоскости, обеспечивая тем самым развертку процесса. Изменяя режим работы генератора, можно регулировать скорость развертки (т. е. скорость пробега луча по экрану осциллографа), подбирая ее в зависимости от частотных характеристик регистрируемого сигнала.

Таким образом, в каждый момент положение светящейся точки на экране осциллографа определяется тремя факторами: а) заданной экспериментатором скоростью перемещения луча по горизонтали; б) направлением исследуемого тока; в) амплитудой потенциала. Так как луч движется быстро, след его на экране воспринимается как непрерывная кривая, характеризующая динамику силы и направления тока во времени. Вследствие того что на отклоняющие пластины требуется подавать высокое напряжение, катодные осциллографы обычно имеют собственные усилители, на исход которых подается выходной сигнал от предварительных усилителей. Для физиологических исследований наиболее удобны осциллографы, снабженные усилителями постоянного тока. Примером таких приборов могут служить осциллографы С1-19А и ЭМОФ2-01. Последний — электронный медицинский осциллограф с фотозаписью — представляет собой универсальный прибор, имеющий отдельные блоки для визуального наблюдения (рис. 10, А) и фоторегистрации (рис. 10, Б).

## Е. Магниторегистраторы

### Магнитная запись исследуемых процессов

Магнитная запись удобна как для хранения информации, так и для ее дальнейшей обработки. Данные, записанные в эксперименте на магнитной ленте, в последующем можно обрабатывать с помощью электронных вычислительных машин или анализировать, подавая электрические сигналы на катодный осциллограф. Существуют специальные универсальные приборы для магнитной записи биологической информации, позволяющие без искажения записывать как быстрые, так и медленные процессы. Примером таких приборов может служить универсальный магнитный самописец УСМ2-01.

В некоторых случаях (например, в процессе лабораторных занятий) запись биоэлектрических процессов (потенциалы действия нервов, вызванные потенциалы коры мозга, электромиограмма и др.) может производиться на се-

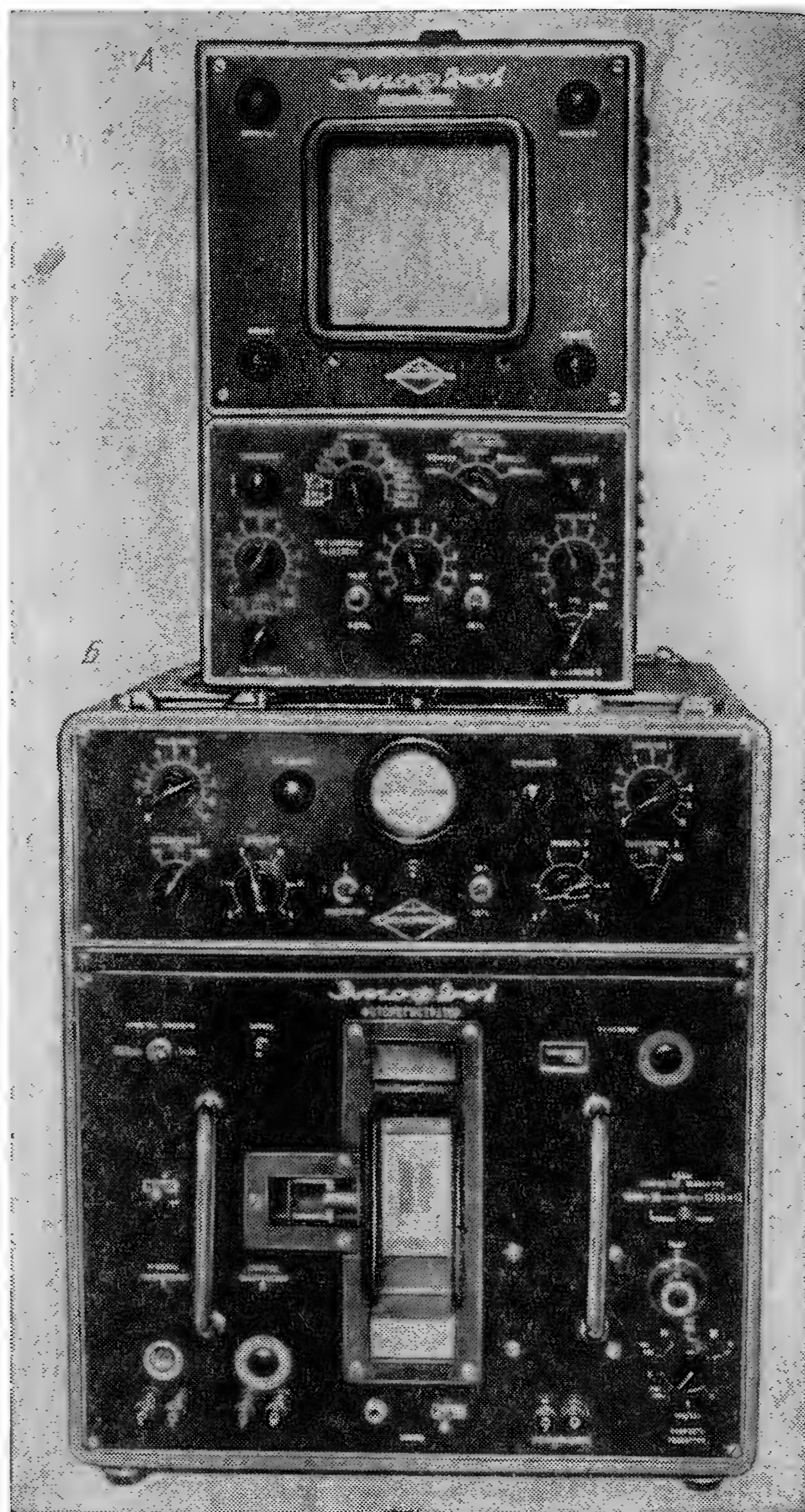


Рис. 10. Электронный медицинский осциллограф с фотозаписью ЭМОФ2-01.

рийных магнитофонах. Однако следует помнить, что обычные серийные магнитофоны имеют частотную характеристику в диапазоне от 70 гц до 10 кгц. Таким образом, даже в этих случаях их можно использовать только для записи быстрых процессов, а медленные процессы они регистрируют с большими искажениями. Одновременно на них может быть записан и сопровождающий дикторский текст. Если затем при воспроизведении подать сигнал с выхода магнитофона (выход на дополнительный динамик) на катодный осциллограф, то можно



одновременно видеть и слышать процесс (например, разряды в аортальном или диафрагмальном нерве), а также прослушивать сделанные в процессе опыта замечания. Для записи исследуемый процесс подается на вход магнитофона после предварительного усиления. Если процесс представляет собой повторение одиночных циклов возбуждения, то одновременно на вход подаются от стимулятора синхронизирующие импульсы, частота следования которых устанавливается в зависимости от характера процесса. В дальнейшем эти импульсы будут синхронизировать записанный сигнал с разверткой осциллографа, работающего в ждущем режиме, с внутренней синхронизацией.

## **7. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ**

### **А. Датчики — первичные преобразователи**

Преобразование неэлектрических процессов в электрические можно осуществлять с помощью различных устройств, получивших название первичных преобразователей или датчиков.

В сочетании с определенными электрическими схемами эти приборы позволяют преобразовывать различные физические величины в эквивалентные электрические сигналы и затем регистрировать их с помощью обычных регистраторов.

В эксперименте и клинике чаще всего используют датчики, преобразующие в электрические сигналы механические процессы, изменения интенсивности света и звука, колебания температуры и среды и т. п. За счет этого стало возможным регистрировать такие функциональные показатели, как сокращения мышц, смещения центра тяжести тела за счет перераспределения крови, давление крови и насыщение ее кислородом, кровенаполнение органов, пульс, тоны и шумы сердца, температура, изменения концентрации водородных ионов и др. При этом о динамике изучаемого процесса нередко судят по связанным с ним вторичным изменениям электрических свойств тканей, например их электропроводности, сопротивления. Именно на этом основана методика реографии (исследование кровоснабжения органов).

Из многих видов датчиков, основанных на различных принципах преобразования величин, остановимся на наиболее распространенных системах фото-, термо- и механоэлектрических датчиков.

### **Фотоэлектрические датчики**

Фотоэлектрические датчики преобразуют лучистую энергию в электроток или изменяют под ее влиянием течение тока в цепи. Возникающие при этом колебания тока эквивалентны количеству лучистой энергии и зависят от силы источника света, удаленности его от датчика и от величины светочувствительной поверхности последнего. Из фотоэлектрических датчиков наиболее распространены фотоэлементы и фотосопротивления.

Фотоэлементы эмиссионного типа (фотокатоды) представляют собой вакуумные или наполненные газом баллоны размером с радиолампу. В баллоне расположены два электрода: катод, покрытый слоем металла, способного под действием света испускать электроны (например, цезием, сурьмой) и анод. Фотоэлементы включают в сеть постоянного тока. Под действием света катод испускает электроны, которые устремляются к аноду. Возникающий таким путем ток служит показателем интенсивности светового потока. Газонаполненные фотоэлементы более чувствительны, так как в них фототок усиливается за счет ионизации электронами наполняющего газа.

Селеновые фотоэлементы с запорным слоем используются в ряде медицинских приборов (например, в пульсото- и оксигемометрах и др.). Селеновый фотоэлемент (рис. 11, А) состоит из железной или стальной пластинки (1), являющейся одним из электродов. На пластинку нанесен слой селена (2), поверхность которого покрыта тонкой прозрачной металлической пленкой (4), играющей роль второго электрода. По периметру для лучшего контакта пленка уплотнена более толстым слоем металла (3).

Когда свет падает на верхнюю поверхность фотоэлемента, она приобретает относительно нижней пластинки отрицательный заряд. Если к пластинкам подключить нагрузку, в цепи возникает ток. Таким образом, фотоэлементы с запорным слоем не требуют внешнего источника напряжения. Под влиянием света они сами становятся источником электродвижущей силы, и это их свойство используется в солнечных батареях, способных в космосе питать телеметрическую аппаратуру. Внешний вид датчика с фотоэлементом показан на рис. 12, Б.

Фотосопротивление представляет собой тонкий слой (толщиной в несколько микрон) нанесенного на основу из стекла особого вещества, обладающего свойством менять свое сопротивление под влиянием излучения. В качестве фотосопротивлений используют соединения



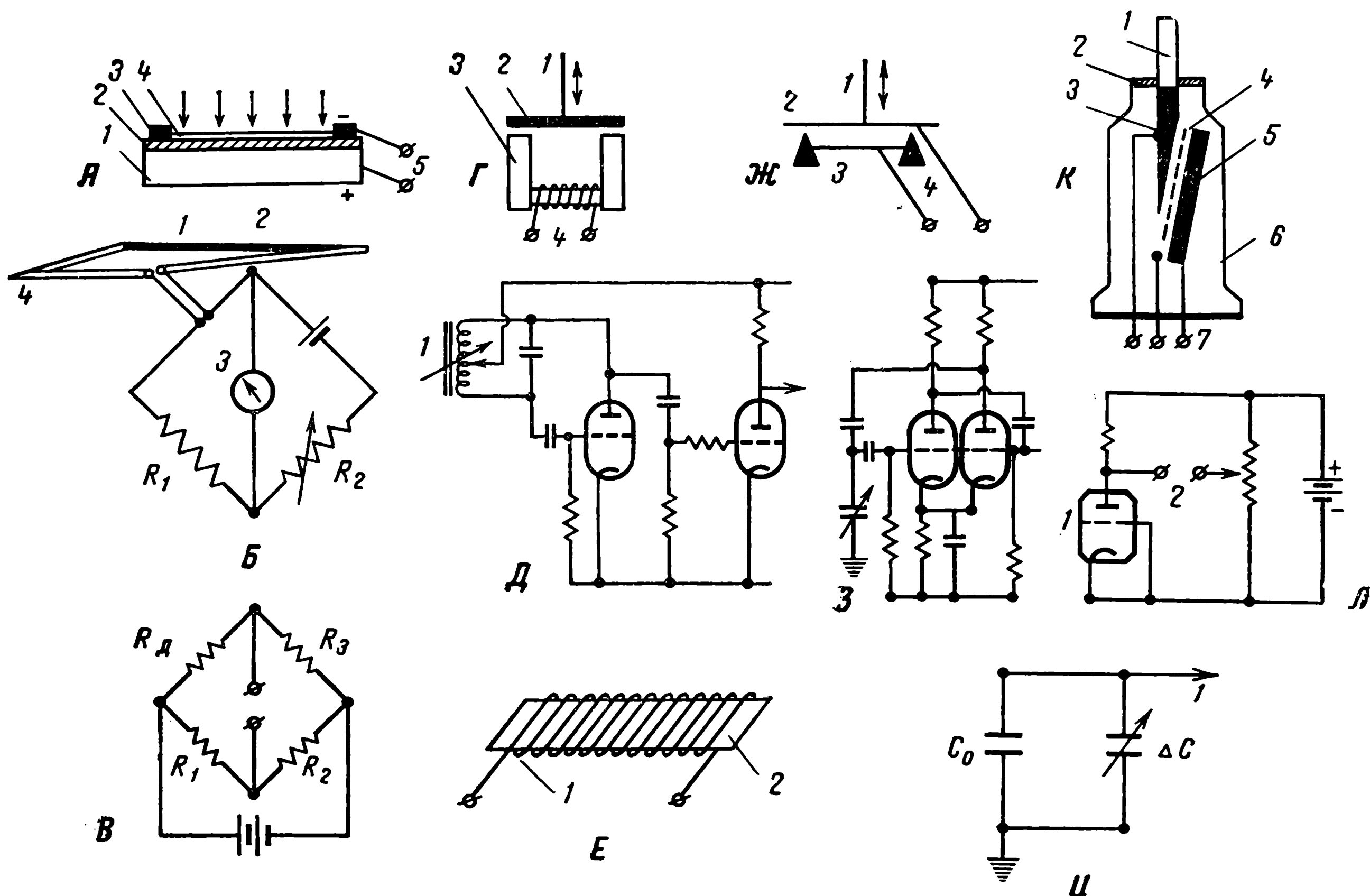


Рис. 11. Принцип устройства некоторых датчиков и включения их в электрические схемы.

А — селеновый фотоэлемент с запорным слоем; Б — включение термопары (1—2) в измерительную схему; В — схема моста Уитсона, применяемая для включения датчиков с изменяющимся сопротивлением; Г — индуктивный датчик; Д — принцип его включения; Е — тензометрический датчик; Ж — емкостный датчик; З — принцип его включения; И — эквивалентная электрическая схема емкостного датчика; К — механоэлектронный датчик (механотрон); Л — принцип его включения (пояснения в тексте).

свинца (например, сульфид свинца, селенид свинца и др.), кадмия, германия и других элементов. Фотосопротивления включают в цепь с источником постоянного тока, обычно в одно из плечей моста Уитсона (рис. 11, В). Изменение сопротивления фотоэлемента ( $R_d$ ) нарушает балансировку моста, и течение тока в цепи меняется. Фотосопротивления особенно чувствительны к инфракрасному излучению.

### Термоэлектрические датчики

К этому виду датчиков относят термопары и термисторы, которые преобразуют изменения температуры в электроток или изменяют под ее влиянием течение тока в цепи.

Термопара представляет собой два проводника из различных металлов (например, медь — константан, платина — радий), соединенных друг с другом с обоих концов (рис. 11, Б, 1 и 2). Если места соединения проводников (3, 4) находятся в разных температурных ус-

ловиях, то в проводниках возникает электродвижущая сила, пропорциональная разности температур. На рис. 11, Б приведен один из возможных вариантов включения термопары в измерительную электрическую схему.

Термистор представляет собой сопротивление, изготовляемое из окислов некоторых тяжелых металлов. Обычно это сопротивление в виде маленького шарика запаивают в тонкостенную стеклянную капсулу. Термистор обладает свойством менять сопротивление в логарифмической зависимости от изменения температуры. Термисторы следует включать в цепь моста постоянного тока.

### Механоэлектрические датчики

Датчики этого вида преобразуют механические величины (например, давление, смещение и пр.) в электрические сигналы. Подобное преобразование может осуществляться на основе различных принципов, но чаще всего механи-



ческие силы преобразуются в пьезоэлектрический эффект, а также в изменения сопротивления, индуктивности или емкости.

та 3, см. рис. 12, В), то вследствие увеличения общей длины проводника и уменьшения площади его поперечного сечения сопротивление

ее возрастает. Обычно тензометры включают в цепь моста постоянного тока (см. рис. 11, В,  $R_d$ ).

**Индуктивные датчики** в конструктивном отношении отличаются большим разнообразием, но работа их основывается на одном и том же принципе: трансформации механических перемещений в изменения индуктивности. На рис. 11, Г представлена принципиальная схема устройства индуктивного преобразователя. Если механическую силу, связанную с исследуемым процессом (давление крови, дыхание и пр.), приложить к штанге (1), то это вызовет перемещение якоря (2), входящего в незамкнутую магнитную цепь катушки (4), намотанной на сердечник (3). При механическом перемещении отдельных элементов магнитной цепи индуктивность катушки будет меняться.

Характеристики индуктивных датчиков нелинейны, однако если диапазон перемещений якоря незначителен, то сигнал, получаемый на

выходе системы, будет приближаться к линейной зависимости от амплитуды отклонения якоря.

**Емкостные датчики** (рис. 11 Ж) преобразуют механические сигналы (1) в перемещения подвижной пластины (2) конденсатора относительно неподвижной его пластины (3), укрепленной в диэлектрике (4). Естественно, что емкость конденсатора при этом меняется, а следовательно, меняется и напряжение переменного тока в цепи, куда включен конденсатор. На рис. 12, А приведена схема емкостного датчика для регистрации пульса. Под влиянием деятельности сердца в период систолы и ди-

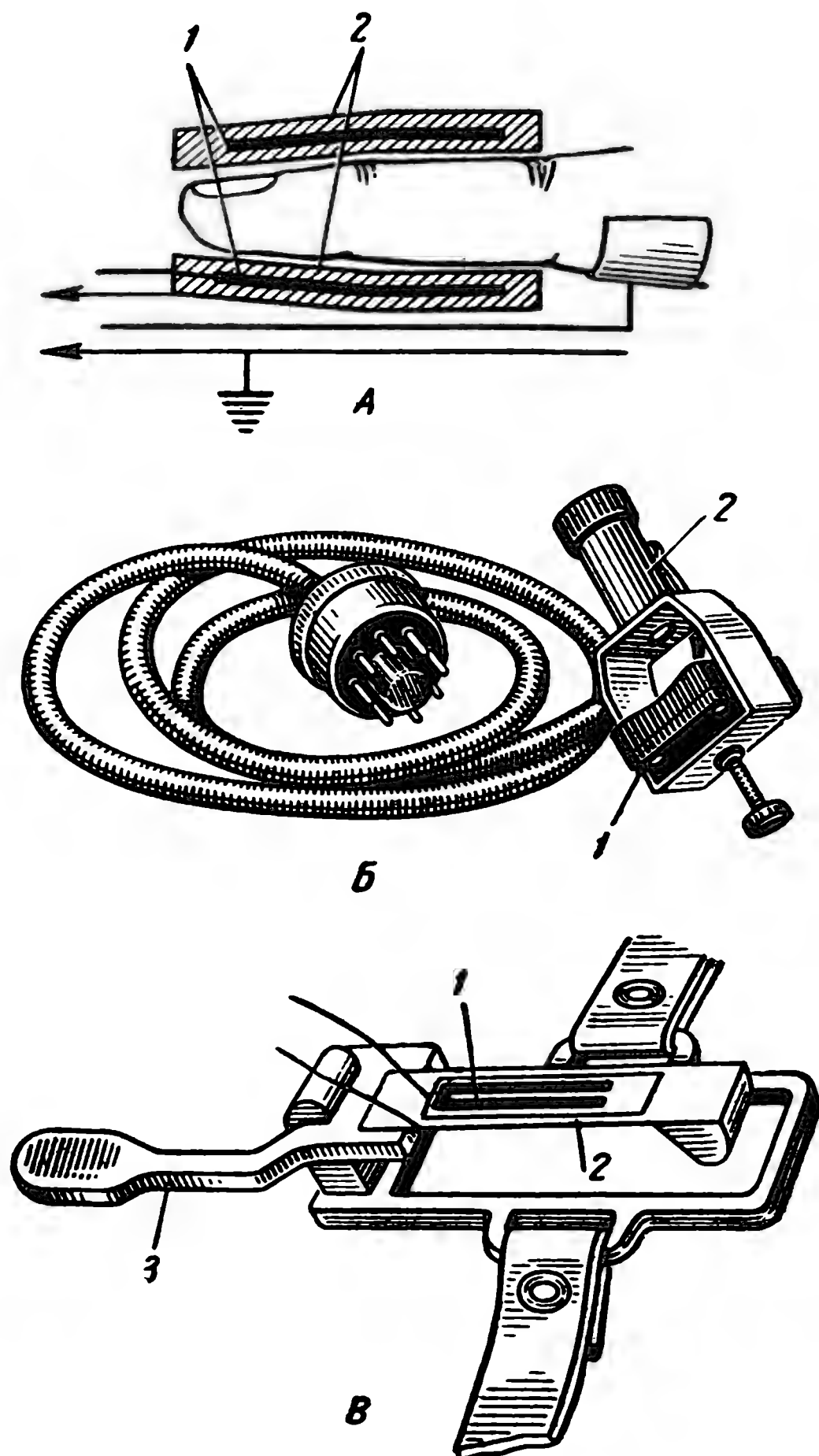


Рис. 12. Некоторые типы датчиков.

А — емкостный датчик для регистрации пульса: 1 — пластины конденсатора; 2 — диэлектрик. Б — фотоэлектрический пальцевой датчик для регистрации пульса: 1 — фотоэлемент; 2 — осветитель. В — тензометрический датчик для регистрации пульса: 1 — многовитковая спираль (тензометр); 2 — эластическая мембрана; 3 — пелот, передающий на мембрану колебания стенки сосуда. Г — емкостный датчик для регистрации артериального давления.

Пьезоэлектрический датчик представляет собой кристалл, на который с помощью механической системы передается исследуемый механический сигнал. При сжатии некоторых кристаллических материалов (например, сегнетовой соли, титаната бария) на их поверхности возникают электрические заряды, появляется напряжение, пропорциональное давлению.

Тензометрический датчик (рис. 11, Е; 12, В) представляет собой многовитковую спираль (1) из тонкой проволоки с большим сопротивлением, намотанную на основу из эластичного материала (2). Если такая спираль подвергается натяжению (например, с помощью пело-



астолы меняется кровенаполнение сосудов пальца. Это вызывает то сближение, то удаление друг от друга пластины конденсатора (1), заключенных в эластичный диэлектрик (2). На рис. 12, Г показан внешний вид емкостного датчика, предназначенного для измерения артериального давления.

Емкостные и индуктивные датчики имеют много общего. Так, и те и другие имеют линейные характеристики лишь в определенном диапазоне перемещений подвижного элемента. Их можно использовать с мостовыми схемами, питаемыми переменным током. Однако наиболее удобно применять их со специальными схемами, получившими в настоящее время широкое распространение. Принципиальной особенностью этих схем является то, что переменный элемент включается в колебательный контур высокочастотного генератора и модулирует его частоту (определяющую характер выходного сигнала) в соответствии с параметрами входного механического сигнала. Разберем это на примере емкостного датчика, который можно представить (рис. 11, З, И) в виде постоянной емкости  $C_0$  и переменной  $C$ , являющейся функцией исследуемого процесса. Емкость датчика включают в колебательный контур высокочастотного генератора (З), работающего на частоте 5 МГц. Промодулированный по частоте сигнал поступает затем на усилитель и демодулятор, выполненный по схеме частотного дискриминатора (на схеме не показаны). Частотный дискриминатор преобразует изменения частоты в изменения напряжения, после чего сигнал усиливается и подается на измерительную схему. Пример включения в принципиально сходную схему индуктивного датчика показан на рис. 11, Д.

**Механоэлектронные датчики — механотроны.** Механотрон (рис. 11, К) представляет собой маленький триод (25—30 мм) в металлическом корпусе (6). Верхняя часть механотрона закрыта гибкой металлической диафрагмой (2), сквозь которую наружу выведен стержень (1), соединенный с анодом (3). Механические усилия, приложенные к наружной части стержня (1), передаются подвижному аноду, расстояние между ним и катодом меняется, а следовательно, меняются внутреннее сопротивление и величина анодного тока лампы. На рис. 11, Л приведен один из вариантов включения механотрона в электрическую схему.

## Б. Приборы — вторичные преобразователи

Знакомство с принципами работы датчиков показывает, что они, как правило, осуществляют первую фазу трансформации сигнала. Для

того чтобы преобразованный датчиком сигнал мог быть зарегистрирован, он нуждается в дальнейших преобразованиях с участием сложных электронных схем. Таким образом, датчики сами по себе еще не решают всех проблем преобразования величин. Как правило, эти проблемы решаются путем создания специальных электронных приборов, которые на основе того или иного принципа позволяют регистрировать неэлектрические процессы. Примером таких специальных приборов-преобразователей могут служить пульсотометр, плетизмограф, сфигмо- и оксигемограф и др.

Наряду с такими узко специализированными приборами существуют и приборы-преобразователи общего назначения. Их особенностью является способность регистрировать множество различных физиологических процессов. Достигается такая универсальность созданием конструктивно различных датчиков, специально приспособленных к параметрам той или иной функциональной величины, но имеющих в основе единый принцип, которым определяются особенности электрической схемы прибора.

Примером подобного прибора общего назначения может служить электронный измеритель давлений (и регистратор механических перемещений) ЭИД-1. Этот прибор был разработан Центральным конструкторским бюро АМН СССР и кафедрой физиологии Университета дружбы народов<sup>1</sup> специально для регистрации возможно большего количества физиологических функций за счет использования различных по конструкции емкостных датчиков. Внешний вид и блок-схема прибора показаны на рис. 13, 14.

ЭИД-1 имеет три типа емкостных датчиков. **Датчик I типа** (рис. 13, 2) предназначен для измерения давления крови в пределах от 5 до 250 мм рт. ст. с точностью  $\pm 10\%$  от предела измеряемой величины. Роль подвижной пластины конденсатора в этом датчике выполняет мембрана из бериллиевой бронзы толщиной 150 мк. При этом прибор позволяет отдельно измерять максимальное, минимальное и среднее давления, указывая их абсолютную величину на шкале индикатора.

**Датчик II типа** (рис. 15, Г) дает возможность регистрировать изменения давления в диапазоне от 1 до 150 мм водяного столба. Повышенная чувствительность датчика создается за счет того, что металлический диск (2), выполняющий функцию подвижной пластины конденсатора, укреплен на эластичной резино-

<sup>1</sup> Авторы разработки: Л. С. Громов, К. М. Куланда, В. Н. Ларионов, М. П. Монкевич и Э. Б. Слободник.



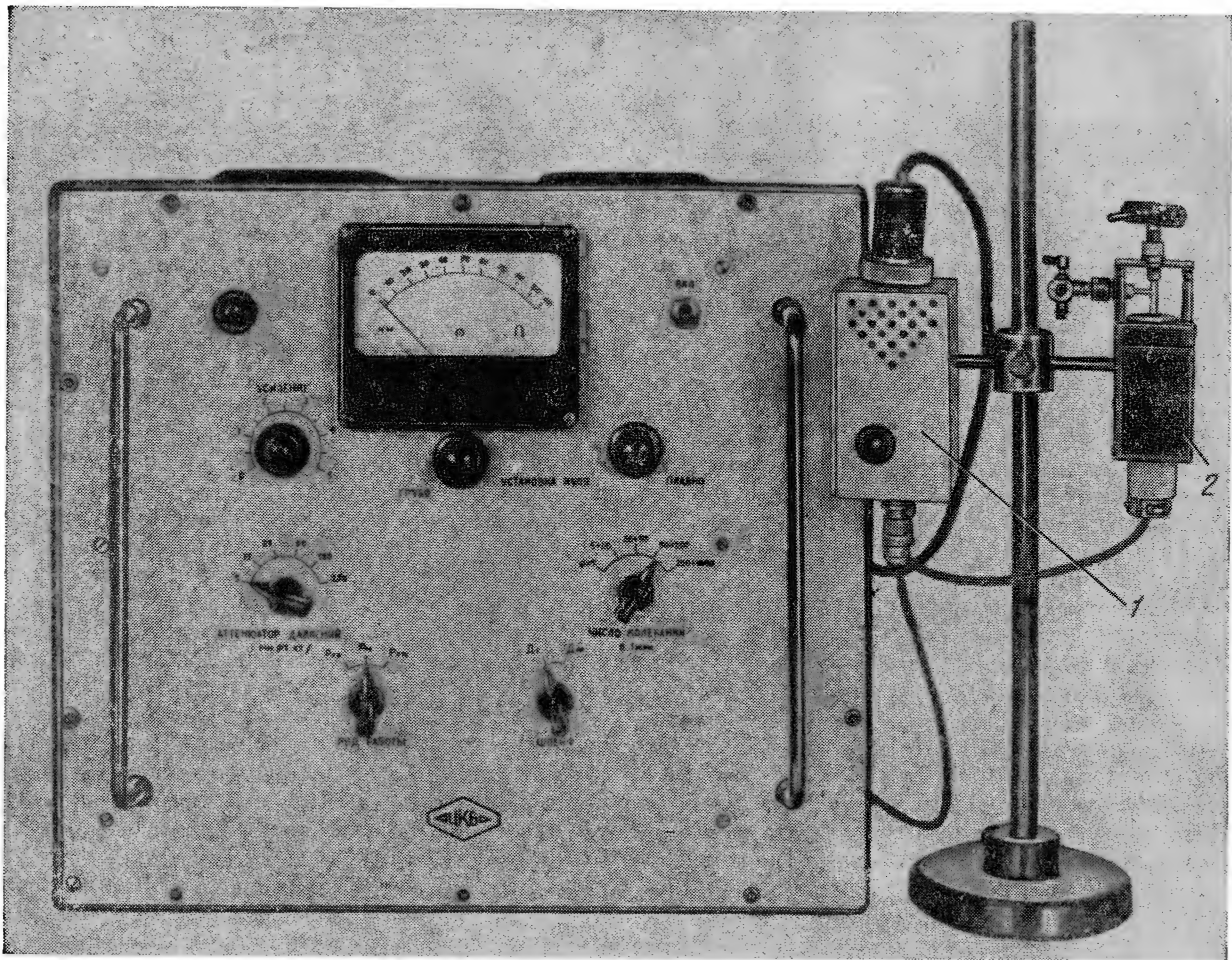


Рис. 13. Внешний вид электронного измерителя давлений (и регистратора механических перемещений) ЭИД-1.  
1 — выносной автогенератор; 2 — емкостный датчик I типа (пояснения в тексте).

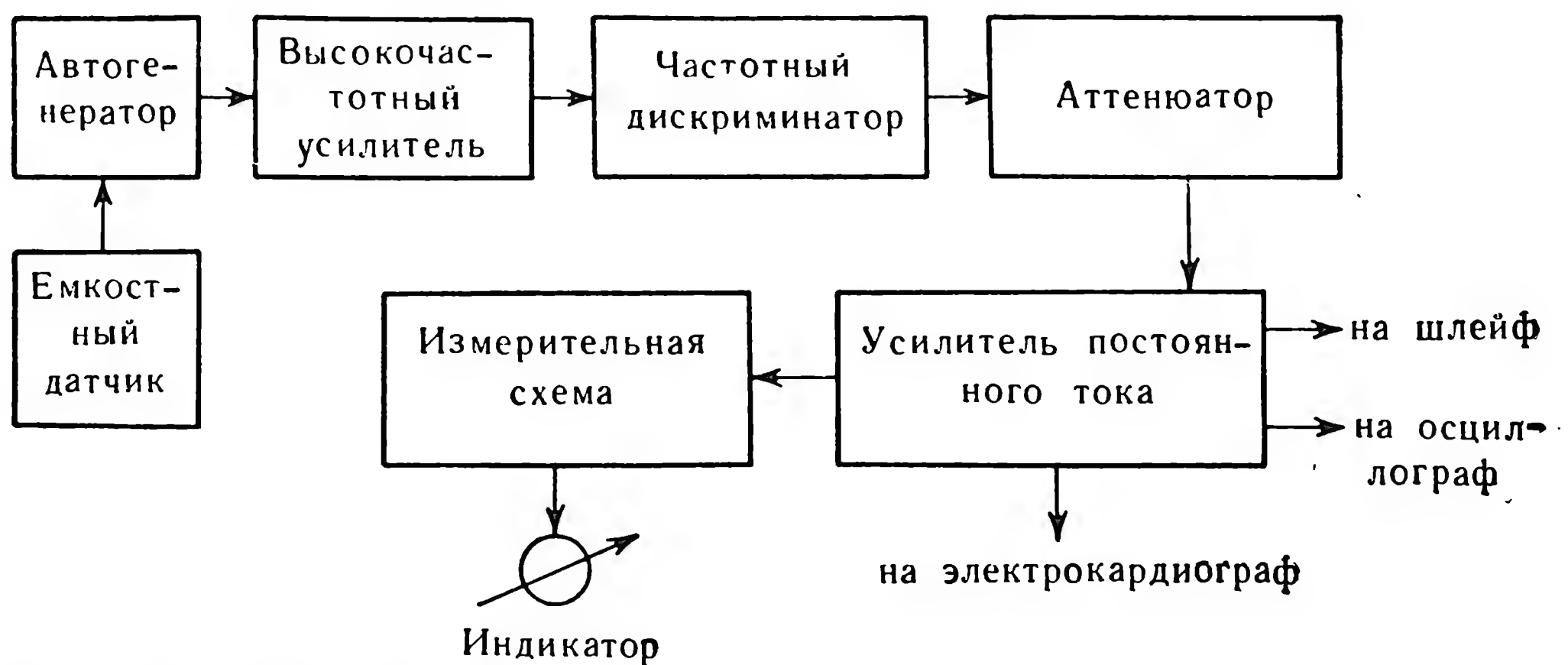


Рис. 14. Блок-схема электронного измерителя давлений (и регистратора механических перемещений) ЭИД-1 (пояснения в тексте).



вой мембране (3). При этом специальное устройство позволяет перемещать мембрану, приближая ее к сердечнику (5), играющему роль неподвижной пластины конденсатора, или удаляя от него. Сердечник отделен от металлического корпуса датчика (4) диэлектриком (6). Коаксиальный кабель (8) соединяет датчик с высокочастотным выносным генератором

рах, так как ЭИД-1 имеет выходы для подключения к электрокардиографу (или другому чернильнопишущему регистратору), шлейфному и катодному осциллографам. На рис. 15 и 16 приведены некоторые из обычно используемых в физиологии регистрирующих устройств, которые могут быть полностью заменены ЭИД-1 в сочетании с датчиками I или II типа.

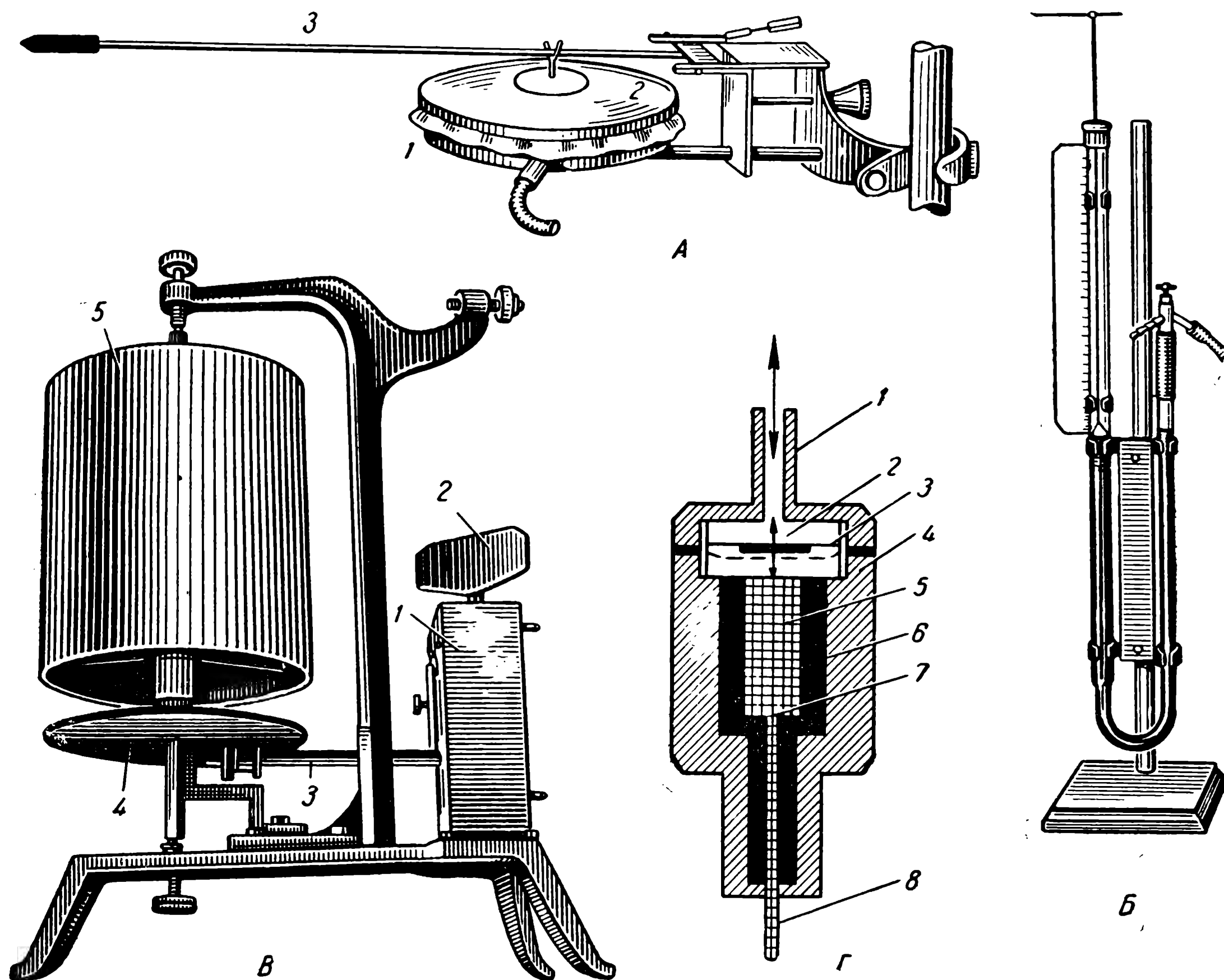


Рис. 15. Некоторые приборы и системы для механической регистрации физиологических процессов (А—В) и емкостный датчик (Г) для преобразования неэлектрических процессов в электрические. А — капсула Маррея: 1 — корпус капсулы; 2 — резиновая мембрана; 3 — рычаг с писчиком. Б — ртутный манометр Людвига. В — кимограф: 1 — часовой механизм; 2 — ветряк; 3 — муфта фрикционной передачи; 4 — диск; 5 — барабан. Г — датчик малых давлений к прибору ЭИД-1: 1 — штуцер для подсоединения пневматической системы; 2 — металлический диск на мембране; 3 — эластическая мембрана; 4 — корпус датчика; 5 — сердечник; 6 — слой диэлектрика; 7 — место подсоединения коаксиального кабеля; 8 — кабель, связывающий датчик с генератором.

(рис. 13, 1). С помощью этого чувствительного датчика можно регистрировать дыхание, давление в пищевode и полых внутренних органах (желудок, кишечник, мочевой пузырь и т. п.), кровенаполнение органов и другие функциональные показатели, связанные с развитием незначительных механических сил. При этом любой из упомянутых показателей может быть записан на обычных регистрирующих прибо-

Датчик III типа (рис. 17, А) предназначен для регистрации мышечных сокращений, двигательных актов и других функций, связанных с перемещением органов, тканей, жидкостей и т. п. Датчик состоит из металлического диска (1), соединенного стержнем с сердечником (2). Вместе они выполняют роль одного из электродов конденсатора. От связанного с землей корпуса (4), играющего роль второго элек-



трода конденсатора, сердечник отделен втулкой (3) из диэлектрика. Таким образом, в этом датчике оба электрода конденсатора неподвижны, а изменения емкости наступают за счет перемещения каких-либо тел между электродами конденсатора. При этом изменения емкости будут зависеть от электрических

процессов, сопоставлять их, выяснять существующие между ними причинно-следственные отношения и т. д. Иными словами, новые методы открывают новые возможности изучения механизмов физиологических процессов. Рис. 18 демонстрирует пример одновременной записи нескольких процессов, осуществленной на мно-

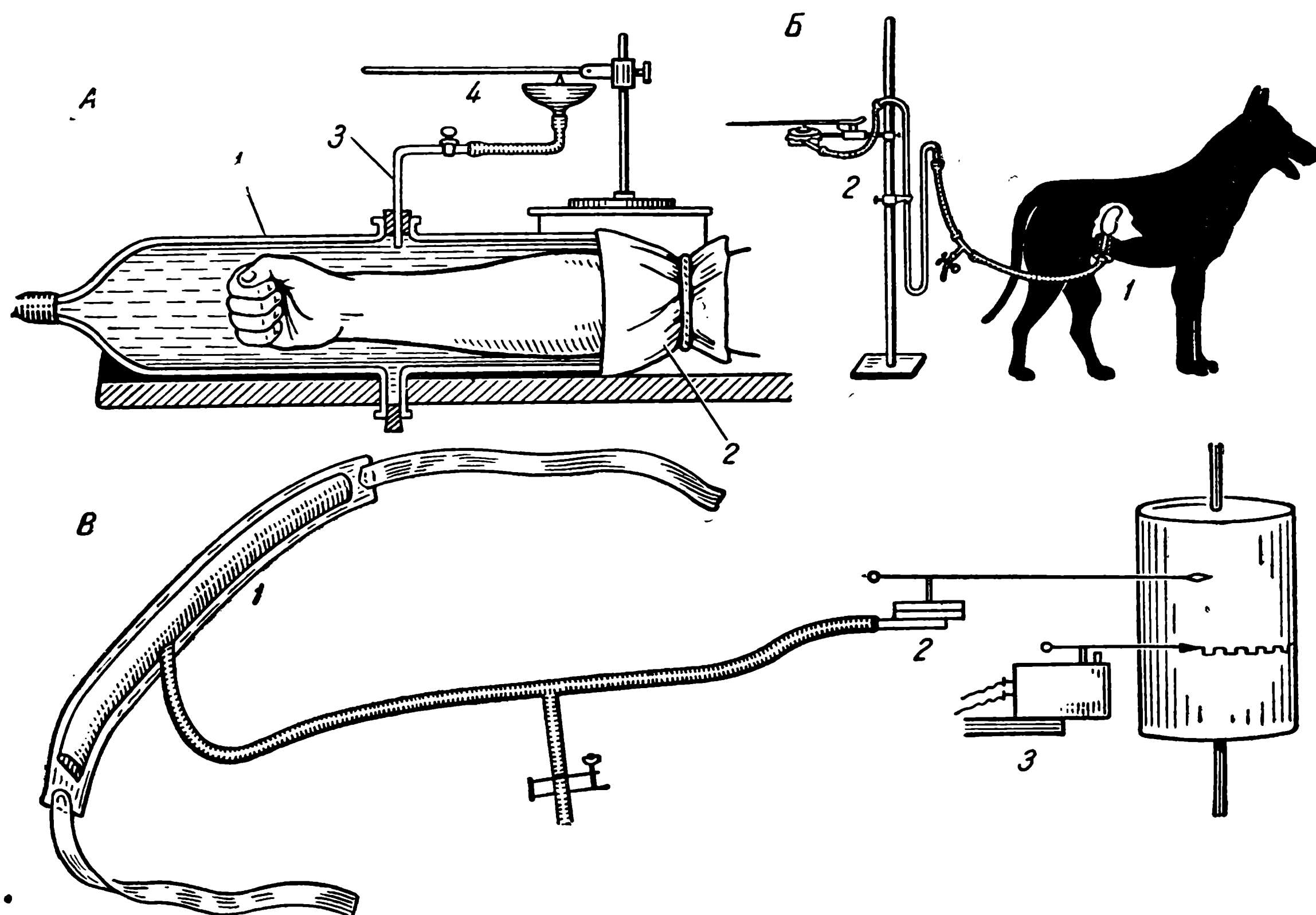


Рис. 16. А — одна из первых моделей плетизмографа: 1 — цилиндр, заполненный водой; 2 — герметизирующая манжетка; 3, 4 — регистрирующая система. Б — система для регистрации сокращений желудка собаки: 1 — резиновый баллон, введенный в полость желудка; 2 — водно-воздушная регистрирующая система. В — система для регистрации дыхания человека: 1 — пневмограф; 2 — капсула Маррея; 3 — отметчик времени.

свойств тела, его массы и степени приближения к центральному электроду (1—2) конденсатора, соединенному (5—6) с высокочастотным генератором.

Преобразование неэлектрических процессов в электрические повсеместно стало основным способом их регистрации. И объясняется это не только чисто техническими удобствами, но и точностью измерения регистрируемых величин, лучшими возможностями сопоставлять данные различных опытов и осуществлять их обработку с помощью вычислительных машин. Кроме того, огромным преимуществом метода является то, что он позволяет в одних и тех же временных координатах вести одновременную запись электрических и неэлектрических про-

гоканальном перьевом чернильнопишущем регистраторе с использованием емкостных преобразователей.

## 8. ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В отличие от приборов общего назначения, диапазон возможного использования аппаратов этой группы ограничен. Часто они специально предназначаются для регистрации какой-либо одной функции или процесса. Необходимость создания такого рода приборов диктуется потребностями клиники, ибо специализированная аппаратура более удобна и проста в эксплуатации, а при серийном выпус-



ке стоимость ее значительно снижается. Зная принципы работы и основные характеристики приборов общего назначения, можно без особых затруднений разобраться в большинстве специальных приборов. Объясняется это тем,

представляющие собой сочетание специального датчика с соответствующей ему схемой преобразования и усиления сигнала. Различные виды специальных приборов, выпускаемых нашей промышленностью для исследовательских

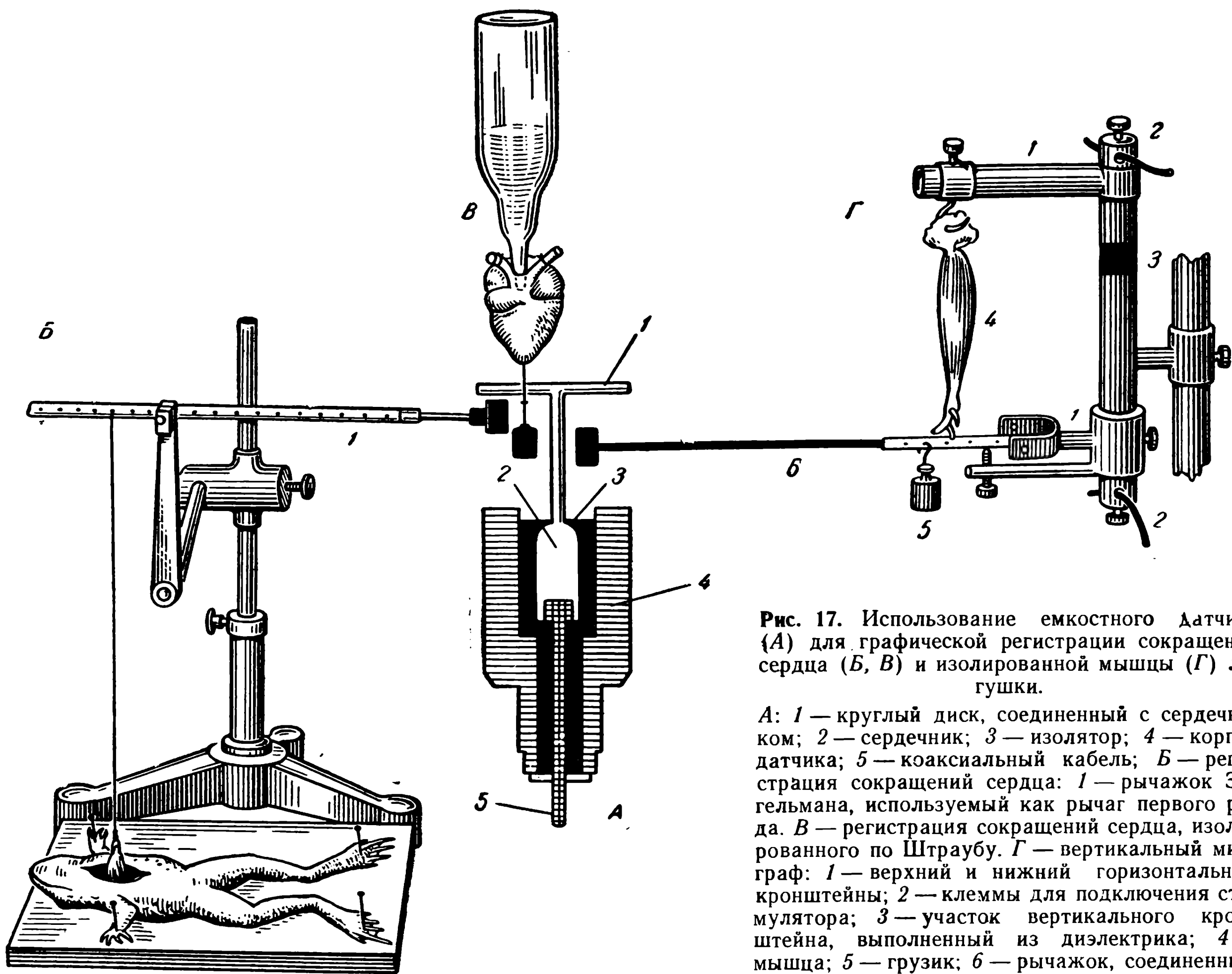


Рис. 17. Использование емкостного датчика (А) для графической регистрации сокращений сердца (Б, В) и изолированной мышцы (Г) лягушки.

А: 1 — круглый диск, соединенный с сердечником; 2 — сердечник; 3 — изолятор; 4 — корпус датчика; 5 — коаксиальный кабель; Б — регистрация сокращений сердца: 1 — рычажок Энгельмана, используемый как рычаг первого рода. В — регистрация сокращений сердца, изолированного по Штраубу. Г — вертикальный миограф: 1 — верхний и нижний горизонтальные кронштейны; 2 — клеммы для подключения стимулятора; 3 — участок вертикального кронштейна, выполненный из диэлектрика; 4 — мышца; 5 — грузик; 6 — рычажок, соединенный с мышцей как рычаг второго рода.

что специальные приборы, как правило, представляют собой сочетание в одном аппарате ряда блоков, принципиально тождественных отдельным приборам общего назначения. Например, электрокардио-, электрогастро- и электроэнцефалограф являются сочетанием некоторого количества каналов, каждый из которых состоит из усилителя и регистратора. Причем как усилители, так и регистраторы в каждом приборе по своим параметрам приспособлены для регистрации определенного процесса и ни один из этих приборов не может заменить два других. Подобно этому специальными приборами являются пульсотонометры, оксигемо- и плетизмографы и другие аппараты,

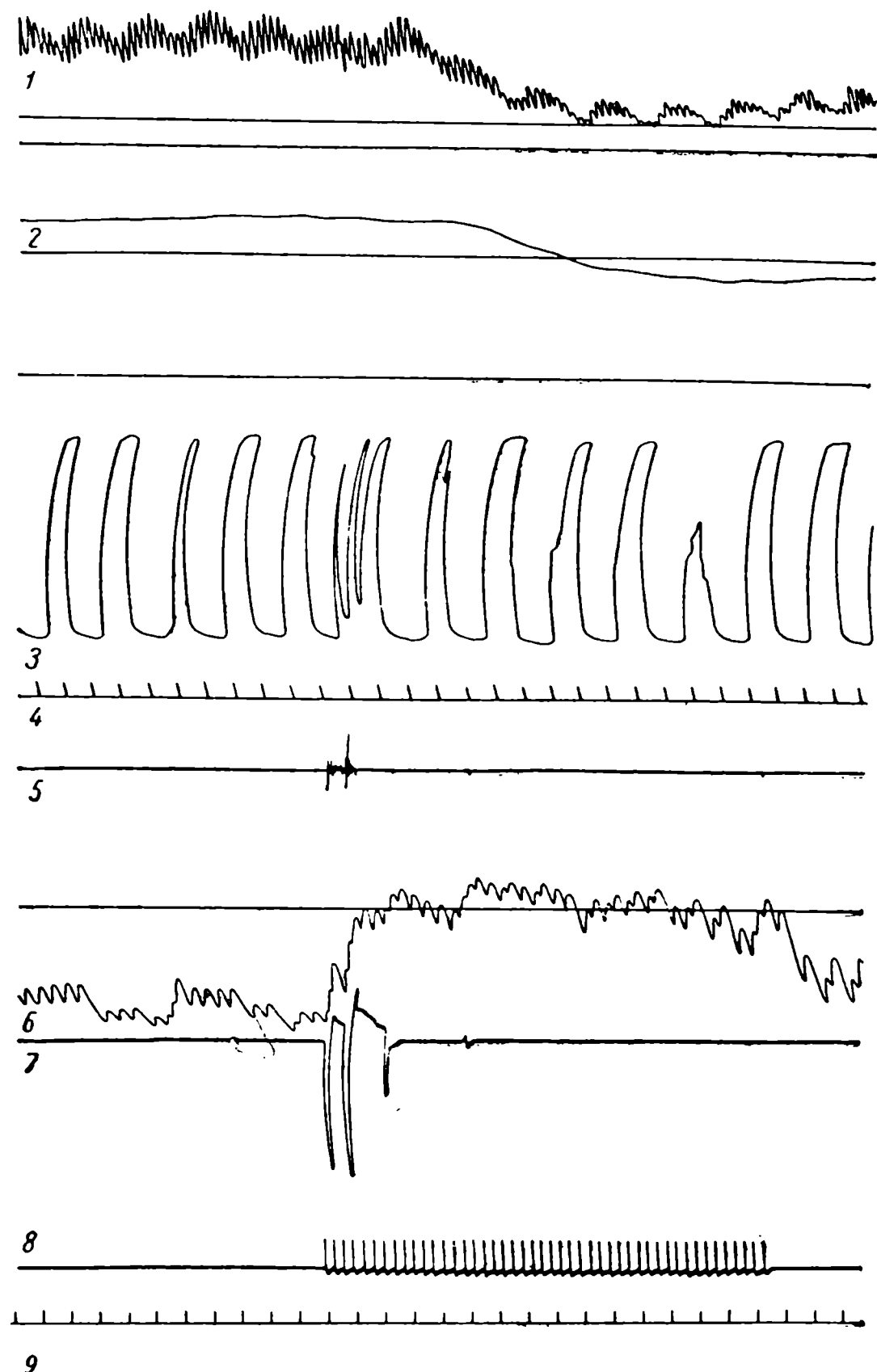
и клинических целей, будут описаны ниже, в составе соответствующих лабораторных работ. Таким же образом в соответствующих разделах будет дано описание современной неэлектронной аппаратуры, например стереотаксического аппарата, ольфактометра, спирографа, метаболиметра и др.

## 9. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ КОМПЛЕКСНАЯ УСТАНОВКА

Современный уровень развития техники эксперимента требует приобретения студентами определенных навыков обращения с аппаратурой и, что особенно важно, умения с помощью современных технических средств решать те или иные практические вопросы постановки

физиологического эксперимента. Сказанное отнюдь не означает, что студент не должен уметь обращаться с простейшими приборами и устройствами, традиционно используемыми, например, при графической регистрации физиологических функций: кимографом, капсулой Марея, рычажком Энгельмана и др. Существует круг задач, которые в учебных целях и проще, и целесообразно

клинике, и в исследовательской лаборатории встретит современную сложную аппаратуру и он должен быть подготовлен к тому, чтобы уметь с ее помощью решать и простые и сложные проблемы. Навыки в этой области можно приобрести, работая с комплексной установкой, состоящей из приборов, выпускаемых отечественной промышленностью (рис. 19).



**Рис. 18.** Одновременная запись различных процессов на чернильнопишущем 8-канальном регистраторе. Преобразование неэлектрических процессов (кроме записи 6) осуществлялось с помощью приборов ЭИД-1 и трех систем емкостных датчиков. Опыт на кошке.

1 — давление крови в а. carotis; 2 — кривая среднего давления в той же артерии; 3 — дыхание; 4 и 9 — отметка времени — 1 секунда; 5 — электромиограмма; 6 — пульсоксимограмма; 7 — запись движений задней конечности; 8 — отметка действия раздражителя.

нее с методической точки зрения решать в «классической» форме эксперимента, именно так, как в прошлом они впервые были решены выдающимися исследователями. Это целесообразно еще и потому, что именно в простой форме эксперимента подчас наиболее ярко выступают те причинно-следственные отношения, научить понимать которые — одна из главных задач лабораторных работ по курсу физиологии. Однако при этом не должно упускаться из виду и другое обстоятельство, обусловленное современным техническим прогрессом: в дальнейшем молодой специалист, как правило, и в

В установку входят: усилитель переменного тока УБП1-01 (1) с блоком питания (2); стимулятор СИФ-5 (3); двухканальный чернильнопишущий электрокардиограф ЭКПСЧ-3 (4); вектор электрокардиоскоп портативный ВЭКС-1П (5); электронный измеритель давлений и регистратор механических перемещений ЭИД-1 (6) с тремя типами датчиков к нему (7, 8, 9) и осциллоскопическая приставка к электрокардиографу модели О66 (10).

В этой установке электрокардиограф, помимо его непосредственного назначения, выполняет роль универсального чернильнопишущего регистратора. Чтобы иметь возможность записывать на нем как относительно быстрые, так и медленные процессы, к лентопротяжному механизму следует дополнительно изготовить две шестеренки с передаточным числом, в 5 раз меньшим, чем у шестеренок, стоящих в приборе. Тогда в зависимости от регистрируемого процесса можно использовать ту или другую пару шестеренок, что даст шесть диапазонов скоростей: 100—50—25—20—10—5 мм/сек. При желании путем несложной переделки усилителя получают возможность регистрировать на этом приборе и электроэнцефалограмму, используя в качестве предусилителя УБП1-01. Незначительной переделки требует и векторэлектрокардиоскоп ВЭКС-1П (схема необходимых изменений дана в разделе «Приложения»). После переделки прибор можно использовать как по прямому назначению, так и в качестве универсального электронного осциллографа для визуальных наблюдений и фотографирования различных процессов с экрана с помощью фотоаппарата «Смена-2». С этой целью у прибора расширяют диапазон скоростей разверток и обеспечивают возможность работы в ждущем режиме с запуском от импульса синхронизации стимулятора.

Разумеется, не обязательно использовать электрокардиограф в качестве универсального самописца, а векторэлектрокардиоскоп в качестве осциллографа.

Для этой цели можно воспользоваться такими приборами общего назначения, как самописец РПЧ2-01 и катодный осциллограф С1-19А. Однако предлагаемая компоновка представляется наиболее целесообразной и экономически выгодной, так как два прибора — ЭКПСЧ-3



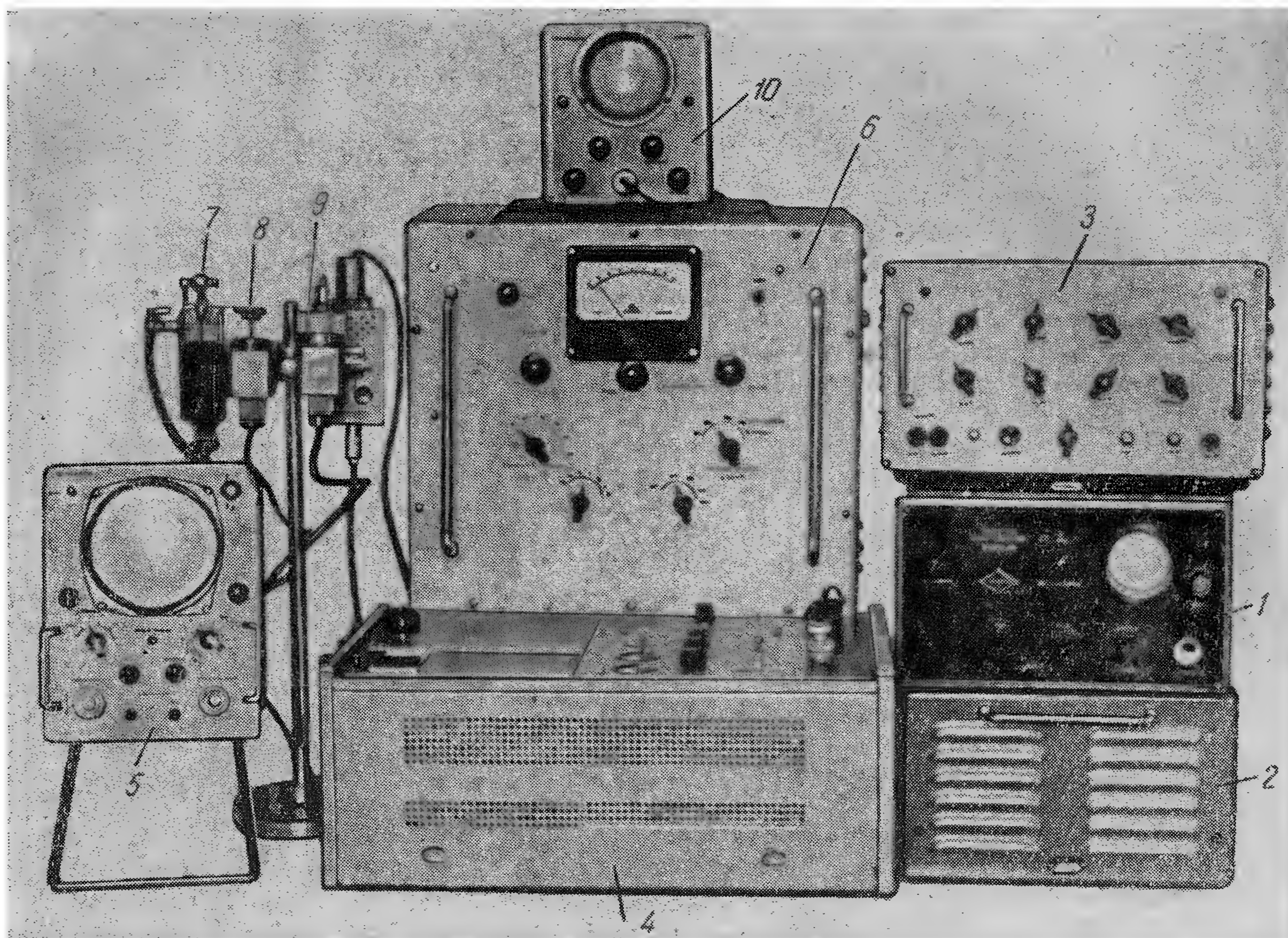


Рис. 19. Универсальная комплексная установка для физиологических исследований.

1 — усилитель УБП1-01; 2 — блок питания усилителя; 3 — стимулятор СИФ-5; 4 — электрокардиограф, выполняющий роль чернильнопишущего регистратора; 5 — ВЭКС-1П, выполняющий функции универсального электронного осциллографа для наблюдения (и фотографирования) процессов; 6 — электронный измеритель давлений и механических перемещений ЭИД-1, преобразующий с помощью трех типов датчиков (7—9) неэлектрические процессы в электрические; 10 — осциллокопическая приставка для визуального наблюдения непрерывных процессов.

и ВЭКС-1П, выполняющие в установке функции приборов общего назначения, являются также специализированными приборами, которые все равно необходимо иметь кафедре.

Комплексная установка позволяет решать подавляющее большинство задач физиологического практикума и открывает широкие возможности для разработки новых задач. Она также дает возможность ознакомиться с основными приемами современного физиологического эксперимента и основными типами электронных приборов и научиться правилам их эксплуатации.

Примеры выполнения различных физиологических работ с помощью универсальной установки даны в соответствующих разделах Практикума.

#### 10. ОСНОВНЫЕ ОБЩИЕ ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Помимо общих правил обращения с аппаратурой, необходимо в каждом случае вначале знакомиться с правилами эксплуатации незнакомого прибора и лишь затем приступать к работе с ним. Это приобретает особое значение в условиях клиники, поскольку некоторые приборы при неумелом обращении с ними представляют опасность для пациента (прибор для исследования возбудимости нервов и мышц — электроимпульсатор ЭИ-1 и ряд других). Основные общие правила состоят в следующем.

А. До включения приборов в сеть необходимо: 1) убедиться, что напряжение сети соот-

ветствует тому напряжению, на которое рассчитан прибор или на которое переключен в данный момент входной трансформатор прибора; 2) заземлить прибор, т. е. соединить клемму (или гнездо) «земля» с шиной контура заземления или водопроводной сетью; ни в коем случае нельзя заземлять приборы на элементы проводки газа; 3) проверить все провода, несущие сетевой ток, — они не должны иметь повреждений изоляции и должны иметь вилки; категорически запрещается включать в розетки питания оголенные концы проводов; 4) проверить провода, предназначенные для коммутации приборов и составления рабочей схемы, — они не должны иметь лишенных изоляции мест соединения, концы их должны быть залужены; 5) проверить у всех приборов тумблеры и другие переключатели сети — они должны находиться в положении «выкл.».

**Б. Включение приборов в сеть** должно проводиться переключателями, расположенными на приборах, а не путем вставления вилки заранее включенного прибора в розетку питающей сети.

**В. После включения приборов** следует: 1) проверить по световым индикаторам, все ли приборы получили питание. Если индикатор не горит, необходимо обратиться к преподавателю и совместно установить причину. Чаще всего это бывает связано с перегоранием предохранителя прибора или лампочки светового индикатора; 2) электронные приборы начинают стабильно работать только после предварительного прогрева в течение 15—30 минут.

Некоторые приборы (например, усилители постоянного тока) требуют предварительного прогрева в течение не менее 1 часа; 3) время, необходимое для прогрева приборов, целесообразно употребить на коммутацию установки и монтаж рабочей схемы: соединить клеммы выхода «импульса синхронизации» на стимуляторе с клеммами «внешний запуск» на электронном осциллографе; соединить выходы усилителя со входом регистрирующего прибора; «Выход стимулятора» и «Выход усилителя» (или прибора специального назначения) соединить со стимулирующими и отводящими электродами; подключить датчики к приборам и соединить их с объектом и т. д.; 4) убедиться, наблюдая за работой приборов, что коммутация установки и монтаж рабочей схемы выполнены правильно. После этого можно приступать к проведению работы, руководствуясь в дальнейшем правилами обращения с приборами, указанными в их «Техническом описании и инструкции по эксплуатации».

## РАБОТА 1 (1)

### ГРАФИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ СОКРАЩЕНИЙ СЕРДЦА ЛЯГУШКИ

**Цели работы:** 1. Познакомиться с классическими и современными методами графической регистрации физиологических функций. 2. При-

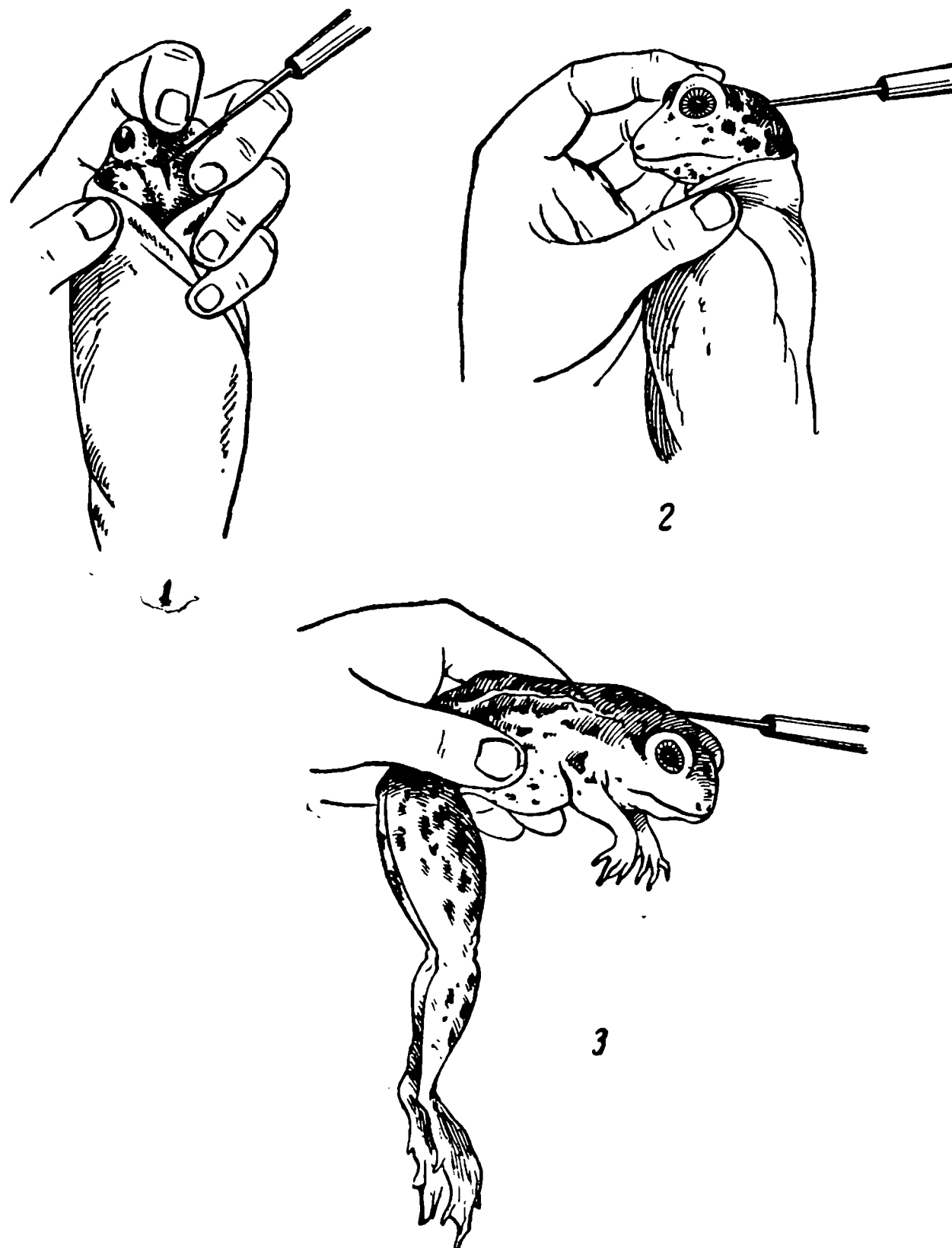


Рис. 20. Обездвиживание лягушки (пояснения в тексте).

обрести навыки обращения с современной универсальной аппаратурой, позволяющей осуществлять графическую регистрацию различных процессов. 3. Освоить методы обездвиживания и фиксации лягушки.

**Для работы необходимы:** кимограф, универсальный штатив, рычажок Энгельмана, электромагнитный отметчик времени и переключатель, серфин, аппарат ЭИД-1 с датчиком для регистрации механических перемещений, электрокардиограф ЭКПСЧ-3 или перьевой чернильнопишущий регистратор РПЧ2-01, дощечка для фиксации лягушки, набор препаровальных инструментов, нитки, салфетка, раствор Рингера для холоднокровных, пипетка, лягушки.



## Проведение работы:

**1. Обездвиживание и фиксация лягушки.** Чтобы провести на лягушке острый опыт, ее необходимо прежде всего обездвигнуть. Этого достигают применением наркотических веществ, миорелаксантов или разрушением центральной нервной системы.

В качестве наркотических средств используют эфир или алкоголь. Наркотизацию проводят в небольшом эксикаторе, куда помещают лягушку и ватку, смоченную эфиром. В случае применения алкоголя 250—300 мл его 10% раствора наливают непосредственно на дно эксикатора. Миорелаксант (вещество, нарушающее передачу нервных импульсов с нервов на двигательную мускулатуру) в соответствующей дозе, зависящей от свойств выбранного обездвигивающего препарата, вводят в подкожный лимфатический мешок.

Для выполнения данной работы целесообразнее обездвигнуть лягушку разрушением центральной нервной системы. Это делают следующим образом. Лягушку берут за спинку большим и указательным пальцами правой руки. Завертывают ее в салфетку, оставляя открытой лишь голову (рис. 20, 1). При этом передние лапки нужно плотно прибинтовать к туловищу, а задние — туго спеленать в вытянутом состоянии. Лягушку берут в левую руку и указательным пальцем нагибают ей голову, как указано на рис. 20, 1. Концом зонда проводят по средней линии головы сверху вниз. Пройдя по затылочной кости, зонд соскальзывает в ямку. В этом месте под кожей расположена атлантоокципитальная мембрана. Прокалывают кожу и мембрану, а затем, повернув зонд кверху (рис. 20, 2), вводят его через

затылочное отверстие в полость черепа и вращательными движениями разрушают головной мозг. После этого слегка извлекают зонд, поворачивают его (рис. 20, 3), вводят в спинномозговой канал и разрушают спинной мозг.

Можно разрушить центральную нервную систему и другим способом. Для этого, держа лягушку, как описано выше, вводят ей в рот тупую браншу ножниц и отсекают верхнюю челюсть с черепной коробкой. В открытый спинномозговой канал (рис. 22, 1) вводят зонд и разрушают мозг. Второй способ более травматичен, так как вызывает значительную кровопотерю.

Лягушку фиксируют брюшком кверху, прикалывая ее лапки к препаровальной пластинке (из пенопласта, пробки или дерева со вставленной по углам дощечки пробкой) булавками. После этого приступают к вскрытию грудной полости. Делают надрез кожи на 0,5 см каудальнее конца грудины, после чего кожа рассекается по направлению к плечевым суставам (рис. 21, 1). Захватывают грудину пинцетом, оттягивают ее кверху и делают надрез мышц у ее каудального конца. Рассекают мышцы по направлению к плечевым суставам (рис. 21, 2). Образовавшийся костно-мышечный лоскут, осторожно поднимая, отпрепаровывают от подлежащих тканей и отсекают у основания (рис. 21, 3—4). В образовавшейся ране видно пульсирующее сердце. С помощью глазного анатомического пинцета и маленьких ножниц вскрывают перикард и берут на лигатуру уздечку сердца (тонкий тяж, фиксирующий заднюю поверхность сердца к подлежащим тканям). Для этого финдер подводят под желудочек и приподнимают им сердце. Продевают в



Рис. 21. Фиксация лягушки и обнажение сердца (пояснения в тексте).

ушко финдера лигатуру и протягивают ее под уздечку. Чтобы последняя не оборвалась, ее следует перевязать возможно ближе к сердцу. Пересекают уздечку и, приподнимая за нее сердце, захватывают его верхушку серфином. Присоединяют серфин с помощью нитки к рычажку Энгельмана (см. рис. 17, Б) так, чтобы получить максимальный размах рычажка, и приступают к записи работы сердца.

**2. Регистрация сокращений сердца на кимографе.** Кимограф располагают по отношению к пишущему рычажку слева так, чтобы последний лишь слегка касался концом поверхности бумаги. Рычажок должен подходить к барабану по касательной. Сердце периодически следует смачивать раствором Рингера. Устанавливают отметчик времени, задавая прерывателем метку в 2 секунды. Проводят запись на самой большой и самой маленькой скорости вращения барабана. Для этого ставят на часовой механизм кимографа самый маленький ветряк (см. рис. 15, В, 2), а муфту фрикционной передачи (см. рис. 15, В, 3) смещают к оси барабана. Для получения медленного вращения поступают противоположным образом. На кимографе будут видны низкоамплитудные сокращения (систолы предсердий) и высокоамплитудные (систолы желудочка).

**3. Регистрация сокращений сердца с помощью электронного преобразователя (ЭИД-1) и чернилописца (ЭКПСЧ-3).** Включают приборы и дают им прогреться в течение 30 минут. Выносной емкостный датчик соединяют с соответствующим гнездом на приборе ЭИД-1, а выход последнего подключают к ЭКПСЧ-3, соединяя его с гнездом «приставка». На длинном конце рычажка Энгельмана укрепляют небольшой квадратик или кружок из фольги. Располагают рычажок так, чтобы его колебания совершались вблизи электродов датчика или между ними (см. рис. 17, А, Б). Однако при этом рычажок не должен касаться верхнего электрода. Когда прибор прогреется, ручками «установка нуля» устанавливают стрелку измерительного прибора на «0». Переключатель «аттенюатор давления» ставят в положение «5 мм рт. ст.», переключатель «число колебаний в 1 минуту» — в положение «0+5», переключатель «шлейф» — в положение «Д. П.» (давление пульсирующее), после чего с помощью ручки «усиление» на панели ЭИД-1 и аналогичной ручки на панели ЭКПСЧ-3 подбирают необходимую степень усиления, оценивая ее по колебаниям стрелки индикатора электрокардиографа. Включают лентопотяжный механизм и проводят запись на самой низкой скорости и на скорости 50 мм/сек. При записи на последней скорости увеличивают

усиление так, чтобы амплитуда колебаний была такой же, как при записи на низкой скорости.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Вырежьте участки записанных кривых и наклейте их в тетрадь. 2. По кимограмме, записанной на максимальной скорости, и по записи на ленте электрокардиографа (запись со скоростью 50 мм/сек) попытайтесь точно подсчитать длительность систолы предсердий и желудочков сердца. 3. Сравните, какой из методов позволяет произвести более точный расчет.

**Ответьте на вопросы:** 1. Если присоединить центральный электрод (емкостного датчика) к земле, повлияет ли это на запись работы сердца? 2. Изменится ли характер записи (и если да, то почему) в случае заземления корпуса датчика? 3. Какая из кардиограмм (полученная с помощью электронных приборов или рычажка и кимографа) позволяет более точно подсчитать время систолы предсердий и желудочка сердца лягушки? Проанализируйте, чем это обусловлено.

---

#### РАБОТА 2 (2)

**СТИМУЛЯЦИЯ ТКАНЕЙ. РЕГИСТРАЦИЯ СОКРАЩЕНИЙ ИКРОНОЖНОЙ МЫШЦЫ ЛЯГУШКИ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ (ЭИД-1), КАТОДНОГО ОСЦИЛЛОГРАФА (ВЭКС-1П ИЛИ С1-19А) И ЧЕРНИЛОПИСЦА (ЭКПСЧ-3 ИЛИ РПЧ2-01)**

---

**Цели работы.** 1. Освоить правила коммутации установки, состоящей из стимулятора, электронного осциллографа, чернильнопишущего регистратора и преобразователя неэлектрических процессов в электрические. 2. Освоить правила согласования режимов работы отдельных приборов, составляющих комплексную установку. 3. Провести визуальное наблюдение кривой мышечного сокращения на экране осциллографа и получить графическую запись этой кривой. 4. Научиться готовить нервно-мышечный препарат.

**Для работы необходимы:** приборы ВЭКС-1П (или С1-19А), СИФ-5М, ЭКПСЧ-3, ЭИД-1 с датчиком для регистрации механических перемещений, вертикальный миограф, стимулирующие электроды, набор препаровальных инструментов, салфетка, вата, раствор Рингера для холоднокровных, пипетка, лягушка.

#### **Проведение работы:**

**1. Приготовление нервно-мышечного препарата и препарата изолированной икроножной мышцы лягушки.** Обездвиживают лягушку одним из способов, описанных в предыдущей работе. Затем ножницами перерезают позвоноч-



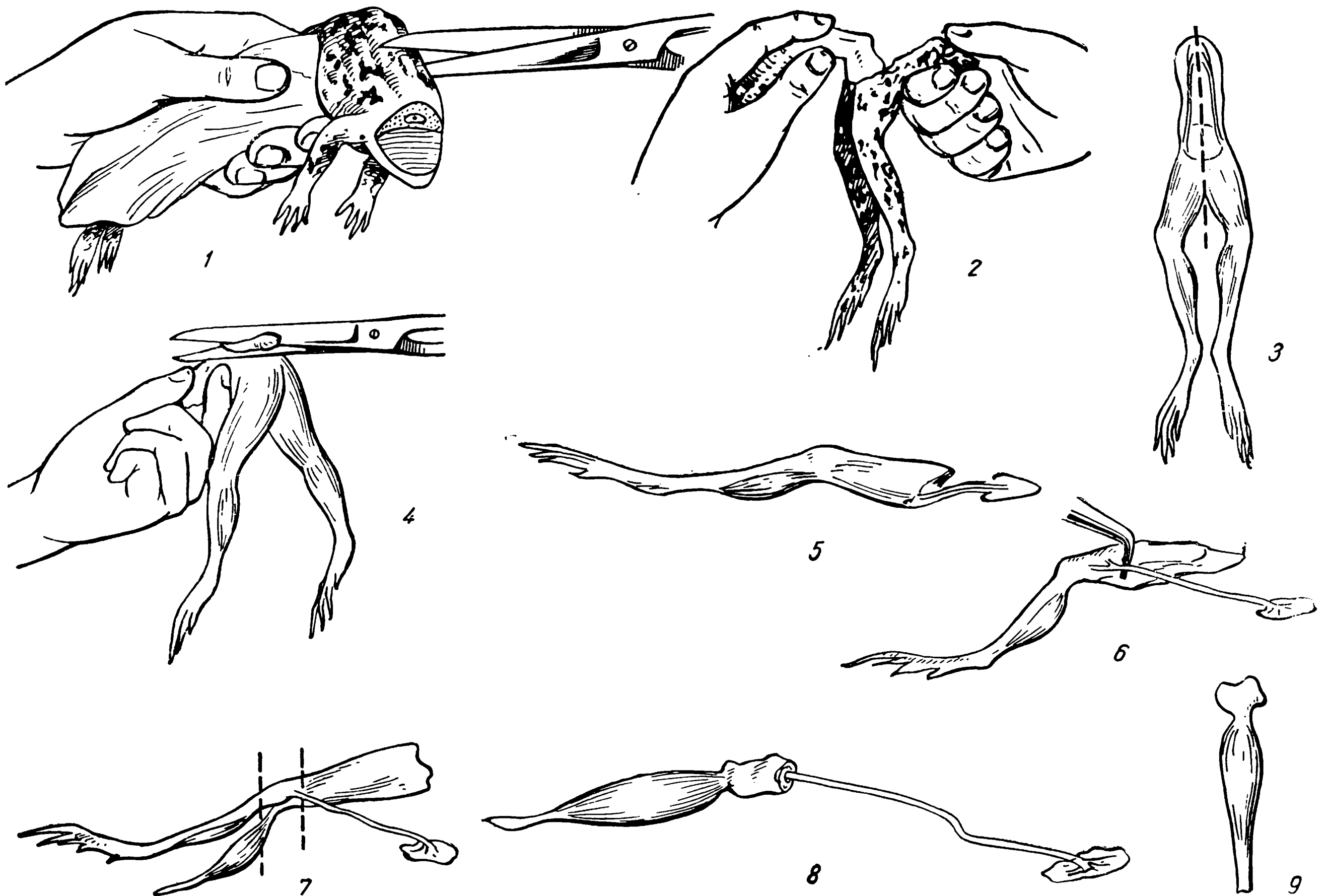


Рис. 22. Приготовление нервно-мышечного препарата икроножной мышцы и седалищного нерва и изолированной икроножной мышцы (пояснения в тексте).

ник примерно посередине туловища (рис. 22, 1) и отделяют верхнюю половину тела. Удаляют остатки внутренностей пинцетом и ножницами. Захватив одной рукой через салфетку остаток позвоночника, а другой — край кожи со спины, быстрым движением снимают кожу с обеих лапок (рис. 22, 2) — получают препарат двух задних лапок лягушки (рис. 22, 3).

Далее готовят препарат одной лапки. Для этого, держа препарат так, чтобы лапки висели вниз под прямым углом к позвоночнику, ножницами осторожно вырезают копчиковую кость — уростиль, который при таком положении препарата выдается кверху (рис. 22, 4). Затем, стараясь не задеть нервных стволиков крестцового сплетения, продольно разрезают по средней линии позвоночника и все другие ткани с тем, чтобы отделить лапки друг от друга (рис. 22, 5).

Следующим этапом работы является препаровка икроножной мышцы и седалищного нерва. Подводят под ахиллово сухожилие браншу ножниц, отделяют сухожилие по всей длине и

подрезают ниже сесамовидной косточки (рис. 22, 7). Захватив сухожилие пинцетом, оттягивают мышцу в сторону, разрывая фасции, связывающие ее с другими тканями. Для препаровки нерва бедро располагают задней поверхностью кверху (рис. 22, 6). Мышцы разводят и отпрепаровывают двумя стеклянными крючками лежащий в глубине седалищный нерв по всей его длине (рис. 22, 7). Приподняв нерв, подрезают ножницами окружающие ткани. Перерезают лапку выше и ниже коленного сустава (рис. 22, 7, указано пунктиром) — получают нервно-мышечный препарат икроножной мышцы и седалищного нерва. До начала работы помещают его на тарелку, завернув в вату, смоченную раствором Рингера. На конце нерва рекомендуется сохранять небольшой участок позвоночника (6 — 8) — за него удобно брать пинцетом, помещая нерв на электроды. Кроме того, отсечение позвоночника наносит дополнительную травму. Для приготовления препарата изолированной мышцы нерв отсекают полностью у самой мышцы.

**2. Коммутация установки.** Включают приборы и дают им прогреться в течение 30 минут. Соединяют клеммы стимулятора, на которые подается импульс синхронизации, с клеммами электронного осциллографа «внешний запуск». Выход стимулятора соединяют с клеммами миографа (см. рис. 17, Г, 2). Соответствующие выходы прибора ЭИД-1 соединяют со входом осциллографа и чернилописца. Высокочастотный генератор ЭИД-1 соединяют с прибором и датчиком. Располагают датчик и рычаг вертикального миографа так, чтобы конец последнего перемещался по вертикали вблизи центрального электрода датчика. Электронный осциллограф переводят в ждущий режим работы при внешнем запуске, а стимулятор — в режим «одиночные импульсы». Запуская стимулятор выносной кнопкой, проверяют, запускается ли при этом развертка осциллографа.

**3. Стимуляция мышцы и регистрация ее сокращений.** Укрепляют мышцу в вертикальном миографе (см. рис. 17, Г). Нанося на мышцу одиночные удары тока, подбирают оптимальные значения длительности и амплитуды стимула, при которых на каждый удар мышца отвечает сильным и стабильным по амплитуде сокращением. После этого подбирают на электронном осциллографе такую скорость развертки, при которой кривая сокращения полностью уместится по горизонтальной оси трубки, занимая не менее  $\frac{2}{3}$  диаметра экрана. Прибор ЭИД-1 регулируют и согласуют параметры усиления с чернилописцем так, как описано в предыдущей работе. Отрегулировав постоянное усиление на ЭИД-1, регулятором чувствительности электронного осциллографа добиваются такого усиления, при кото-

ром амплитуда кривой сокращения мышцы полностью уместится по вертикальной оси экрана. Переводят стимулятор в режим непрерывной генерации с частотой запуска 0,1—0,5 гц. Наблюдают характер кривой на экране осциллографа. Включая метки времени, подсчитывают длительность периода укорочения и расслабления мышцы. Изменяя амплитуду стимула и его длительность, наблюдают, как это отражается на характере кривой. Увеличивая частоту генерации импульсов на стимуляторе, наблюдают, как это отражается на работе электронного осциллографа. Проводят запись кривой мышечного сокращения на чернильнопишущем регистраторе при различных скоростях протягивания бумажной ленты.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Вырежьте участки записанной кривой и вклейте их в тетрадь. 2. Рассчитайте время периодов сокращения и расслабления мышцы. 3. Сравните эти данные с теми, которые были получены при визуальном наблюдении кривой на экране осциллографа.

**Ответьте на вопросы:** 1. Чем можно объяснить, что, снижая амплитуду стимула, но одновременно увеличивая его длительность, можно сохранять амплитуду сокращения мышцы неизменной? 2. Почему при увеличении частоты генерации импульсов стимулятором (например, от 0,1 до 10 гц) кривая мышечного сокращения на экране осциллографа теряет стабильность? 3. Каким путем при частоте стимуляции 10 гц можно вновь добиться появления на экране осциллографа стабильного изображения регистрируемого процесса. 4. Если удалить рычаг миографа от датчика, то амплитуда наблюдаемой кривой будет снижаться. Чем это объясняется?

## Г Л А В А II

### ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

Кровь вместе с лимфой составляет внутреннюю среду организма. Функции крови многообразны: 1) кровь обеспечивает постоянные условия для функционирования различных органов и тканей организма; 2) кровь функционально объединяет различные системы и органы, обеспечивая наряду с нервной системой единство организма; 3) в крови циркулируют вещества, являющиеся гуморальными регуляторами функций организма; 4) в кровь посту-

пают и посредством ее переносятся к местам выделения продукты метаболизма; кровь является средством транспортировки газов и питательных веществ; 6) кровь принимает участие в процессах регуляции температуры организма; 7) кровь осуществляет защитную функцию (гуморальный и клеточный иммунитет); предохраняет организм от действия инфекционных (микробных) и токсических факторов.



## РАБОТА 1 (3)

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОГО СООТНОШЕНИЯ ПЛАЗМЫ И ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ С ПОМОЩЬЮ МИКРОЦЕНТРИФУГИ ШКЛЯРА

**Цели работы:** 1. Освоить технику взятия из пальца крови для анализа. 2. Научиться набирать нужное ее количество (без пузырьков воздуха) в капиллярную трубку. 3. Научиться обращению с микроцентрифугой и определить у себя в крови объемное соотношение между плазмой и форменными элементами.

Кровь состоит из плазмы и взвешенных в ней форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. В норме кровь взрослого человека содержит 50—60% плазмы и 50—40% форменных элементов. Соотношение объемов плазмы и форменных элементов у человека меняется в зависимости от функционального состояния организма, а также при некоторых заболеваниях. Для определения соотношения объемов плазмы и форменных элементов кровь центрифугируют в градуированном стеклянном капилляре — гематокрите. В клинике для центрифугирования удобно пользоваться ручной микроцентрифугой.

**Для работы необходимы:** микроцентрифуга Шкляра (модель 824), игла Франка, кристаллический лимоннокислый натрий, спирт, 5% йодная настойка, вата, фильтровальная бумага.

**Проведение работы.** Для взятия крови необходимо научиться пользоваться иглой Франка (рис. 23), которая позволяет наносить регулируемые по глубине проколы мягких тканей пальца\*. Игла Франка состоит из стержня, окруженного спиральной пружиной и заключенного в корпус (1) с цанговым механизмом на конце, в котором укрепляется острый ланцет (2). На нижнем конце корпуса имеется вращающийся по резьбе наконечник (4). Его движением можно регулировать длину выступающей части ланцета. Обычно устанавливают длину острия 2—2,5 мм. Если нажатием на шляпку погрузить стержень внутрь корпуса, то цанга раскроется. Это дает возможность менять ланцеты (рис. 23, Б). При оттягивании стержня за шляпку спиральная пружина сжимается, а ланцет убирается в полость наконечника. Для прокола достаточно плотно прижать наконечник иглы к коже пальца и нажать на курок (рис. 20, В). Обычно кровь берут из IV пальца левой руки. Перед этим палец тщательно обрабатывают спиртом и эфиром. Для взя-

тия каждой пробы из специального стерилизатора берут свежий стерильный ланцет. Первую каплю выступившей крови стирают ватным тампоном и ждут, пока соберется вторая капля. Затем кровь набирают в капилляр, погрузив его конец в основание капли и придав капилляру горизонтальное положение. При этом тщательно следят, чтобы в капилляр не попали пузырьки воздуха. По окончании взя-

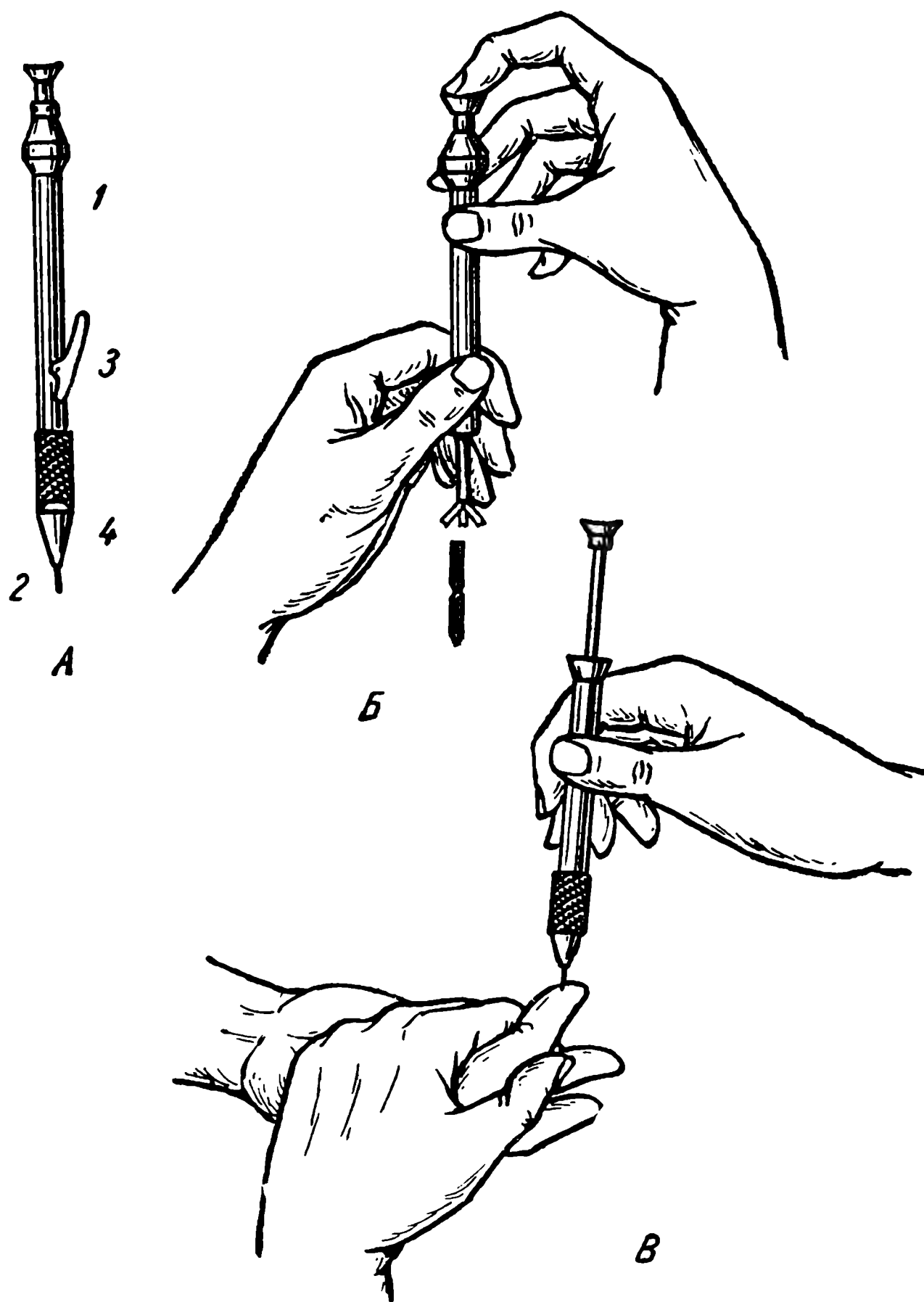


Рис. 23. А — игла Франка (пояснения в тексте); Б — вставление нового ланцета; В — прокол пальца.

тия крови к месту прокола прикладывают ватный тампон, смоченный настойкой йода. Капилляр, заполненный кровью, помещают в микроцентрифугу. Микроцентрифуга (рис. 24, А) имеет корпус со съемной застекленной крышкой (рис. 24, А, 1), под которой на оси центрифуги укрепляются насадки. Одна из них служит для закрепления гематокрита (рис. 24, Б). Чтобы укрепить гематокрит, в насадке необходимо вынуть фиксирующую скобу (2) и разжать пружинящую рамку (3). Насадка крепится на оси центрифуги пружиной (4), которую следует отжать, помещая и снимая

\* В последнее время для взятия крови вместо иглы Франка используются специальные скарификаторы.

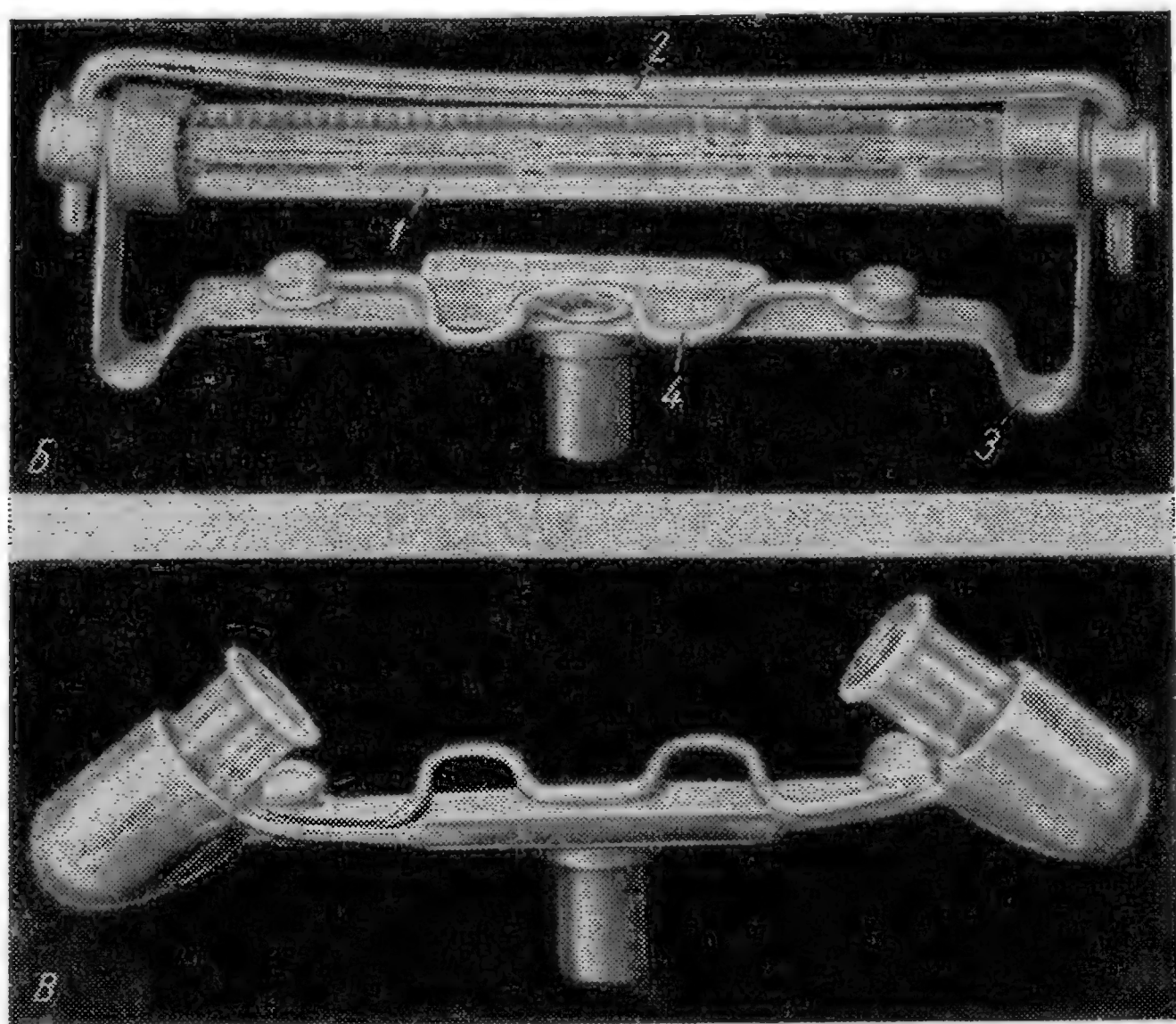


Рис. 24. А — микроцентрифуга Шкляра: 1 — съемная крышка; 2 — насадка с гематокритом; Б — насадка к микроцентрифуге для крепления гематокрита; В — насадка с микропробирками для центрифугирования крови (пояснения в тексте).

насадку с оси центрифуги. При центрифугировании ручку центрифуги вращают со скоростью 60 — 70 оборотов в минуту, насадка при этом вращается со скоростью около 7000 оборотов в минуту. Набрав кровь в гематокрит, закрепляют его в насадке и помещают в центрифугу. Закрывают крышки. Центрифугируют кровь в течение 1 минуты и снимают насадку. Форменные элементы располагаются в периферических концах капилляра, плазма — в центре. По делениям капилляра вычисляют соотношение между объемами плазмы и форменных элемен-

тов и выражают полученные данные в процентах.

#### Рекомендации к оформлению работы:

1. Изобразите схематически насадку микроцентрифуги с укрепленным на ней гематокритом.
2. Запишите полученный результат исследования собственной крови.

Ответьте на вопросы: 1. Может ли (а если да, то как) отразиться на результатах исследования сильное выжимание крови из пальца в случае ее недостатка при неглубоком проколе? 2. При каких состояниях организма меняется соотношение плазмы и форменных элементов?

#### РАБОТА 2 (4)

#### ПОДСЧЕТ ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ

**Цели работы.** 1. Ознакомиться со счетной камерой Горяева. 2. Овладеть техникой подсчета эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. 3. Определить количество форменных элементов у себя в крови.

В 1 мм<sup>3</sup> крови содержится от 4 000 000 до 5 000 000 эритроцитов, 6000 — 8000 лейкоцитов и 200 000 — 300 000 тромбоцитов.

Для подсчета форменных элементов взятую из пальца [см. работу 1(3)] кровь разбавляют в специальных смесителях, чтобы создать нужную концентрацию клеток, удобную для подсчета. Заполняют разбавленной кровью счетную камеру и подсчитывают под микроскопом число форменных элементов. Зная объем камеры и разбавление крови, вычисляют число кровяных телец в 1 мм<sup>3</sup> цельной крови.

Для работы необходимы: микроскоп, счетная камера Горяева, смесители для подсчета эритроцитов и лейкоцитов, счетный аппарат, игла Франка, две чашечки для разбавляющих жидкостей, фильтровальная бумага, 3% раствор поваренной соли, 5% раствор уксусной кислоты (подкрашенной метиленовой синью), спирт, йодная настойка, эфир, дистиллированная вода.

**Проведение работы.** Счетная камера Горяева (рис. 25, А, Б) представляет собой толстое предметное стекло, в средней части которого имеются четыре желобка. Между ними образуются узкие площадки. Средняя площадка ниже боковых на 0,1 мм и разделена пополам поперечным желобком. По обе стороны от этого желобка расположены сетки, нанесенные на стекло. Так как боковые площадки на 0,1 мм выше средней, то при наложении на них покровного стекла над сеткой образуется камера глубиной 0,1 мм.



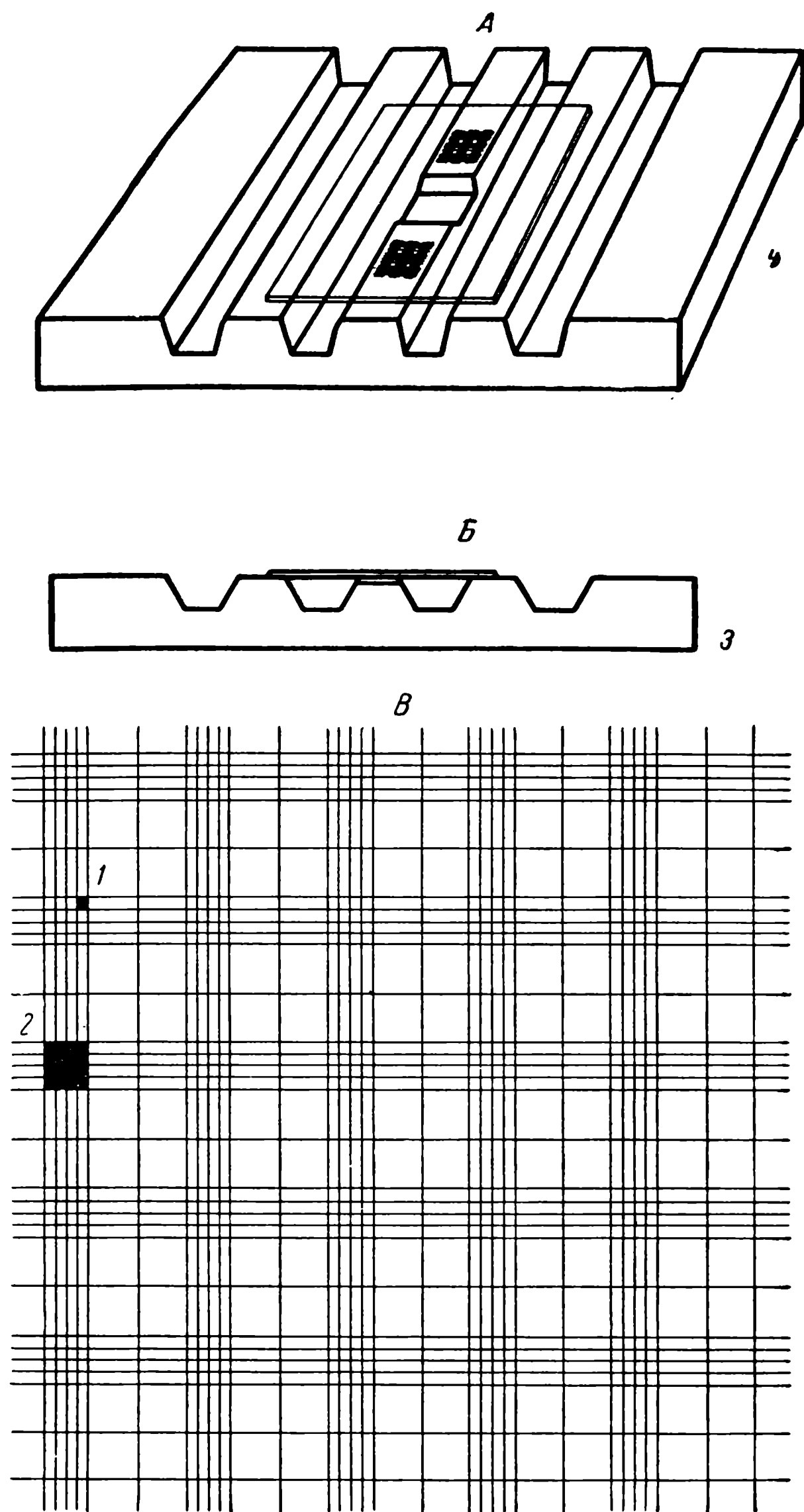


Рис. 25. Счетная камера Горяева.

А — вид сверху; Б — вид сбоку; В — сетка Горяева: 1 — маленький квадрат; 2 — большой квадрат.

Сетка Горяева (рис. 25, В) состоит из 225 больших квадратов. Каждый третий квадрат разделен дополнительно поперечными и продольными линиями на 16 маленьких квадратов. Таких больших квадратов, разделенных на маленькие, в сетке 25. Сторона маленького квадрата равняется  $1/20$  мм, площадь —  $1/20 \times 1/20 = 1/400$  мм<sup>2</sup>, а объем пространства над маленьким квадратом равен  $1/400 \times 1/10 = 1/4000$  мм<sup>3</sup>.

Разберитесь в устройстве счетной камеры и ознакомьтесь с ее сеткой. Для этого поместите

камеру под микроскоп и вначале под малым, а затем под большим увеличением рассмотрите сетку. Найдите большие и маленькие квадраты.

Для разбавления крови пользуются смесителями (рис. 26). Смеситель представляет собой пипетку с ампулообразным расширением. В ампуле находится стеклянная бусинка для

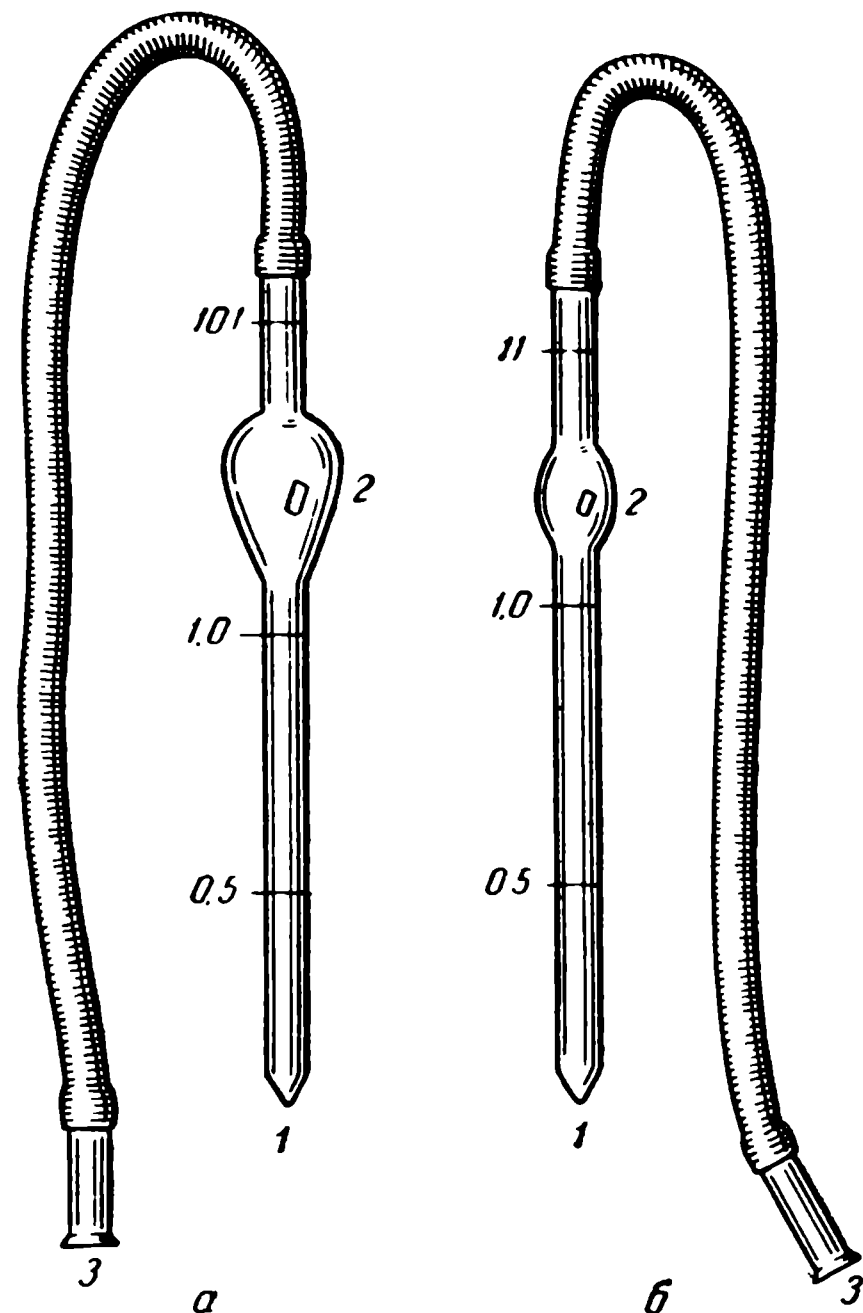


Рис. 26. Смесители.

а — для подсчета эритроцитов; б — для подсчета лейкоцитов; 1 — капилляр, 2 — ампула, 3 — наконечник.

лучшего размешивания крови. На капилляре нанесены две метки: «0,5» и «1,0»; третья метка стоит за ампулообразным расширением: на смесителе для эритроцитов «101» и на смесителе для лейкоцитов «11».

Способ наполнения капилляра смесителя кровью показан на рис. 27. Когда в смеситель для эритроцитов набирают кровь до метки «1,0», а затем наливают разбавляющей жидкости, доводя общий объем до 101 единицы, кровь будет разведена в 100 раз. При разведении в 200 раз следует набирать кровь в смеситель до метки «0,5». Аналогично в смесителе для лейкоцитов получают разбавление крови в 10 и 20 раз.

Для разбавления крови при подсчете эритроцитов применяют гипертонический (3%) раствор NaCl, в котором эритроциты сморщиваются; при подсчете лейкоцитов применяют 5% раствор уксусной кислоты, подкрашенной метиленовой синью. Кислота разрушает оболочки эритроцитов и лейкоцитов, а краска окра-

шивает ядра последних. При этом эритроциты становятся невидимыми и не мешают подсчету лейкоцитов.

Прежде чем приступить к взятию крови, налейте в специальные чашечки раствор для разбавления крови. Проколите палец, а затем наберите в смеситель кровь.



Рис. 27. Заполнение капилляра смесителя кровью.

Первую выступившую из пальца каплю крови стирают ватным тампоном. Во вторую каплю погружают кончик смесителя для эритроцитов, держат его горизонтально, и насасывают кровь до метки «0,5», следя, чтобы в капилляр не попали пузырьки воздуха. Быстро, задержав дыхание и не вынимая наконечника изо рта, вытирают конец капилляра фильтровальной бумагой и, пока кровь не свернулась, переносят его в раствор, держа смеситель при этом вертикально. Насасывают раствор до метки «101», т. е. разводят кровь в 200 раз. После этого смеситель переводят в горизонтальное положение и кладут на стол. Тем же способом набирают кровь в смеситель для лейкоцитов до метки «0,5»; раствор насасывают до метки «11», т. е. разводят кровь в 20 раз. Если кровь или раствор были взяты неточно, берут другой смеситель и повторяют все сначала.

**Подсчет эритроцитов.** Сетку камеры плотно закрывают покровным стеклом, притерев последнее до появления цветных колец. Берут заполненный смеситель для эритроцитов, зажимают острый конец пальцем, снимают резиновую трубку и, зажав оба конца смесителя III

и I пальцами, в течение минуты встряхивают. Тотчас после тщательного перемешивания крови выдувают из смесителя на вату 3 капли, а четвертую наносят на среднюю пластинку камеры у края покровного стекла. В силу капиллярности капля заполняет камеру. Излишек раствора при этом стекает в желобки. Если на сетку попал воздух или излишек раствора оказался на боковых площадках, камеру следует промыть дистиллированной водой, насухо вытереть марлей и заполнить снова. Заполнив камеру, ставят ее под микроскоп, и, если форменные элементы расположены равномерно (что является показателем хорошего перемешивания крови), приступают к подсчету. Считать эритроциты можно при малом увеличении (окуляр 15X).

Чтобы получить удовлетворительные данные, необходимо подсчитать число эритроцитов в пяти больших квадратах, расположенных в различных местах сетки, например по диагонали. Рекомендуются вначале на листе бумаги нарисовать пять больших квадратов, разделив их на 16 маленьких; в каждый маленький квадрат вписывают найденное число эритроцитов. Во время счета форменных элементов рекомендуется пользоваться специальным счетным устройством. Во избежание двукратного подсчета клеток, лежащих на границах между малыми квадратами, при подсчете руководствуются правилом Егорова: «Относящимися к данному квадрату считаются эритроциты, лежащие как внутри квадрата, так и на его левой и верхней границе. Эритроциты, лежащие на правой и нижней границе в данном квадрате, не считаются». Подсчитав таким образом сумму эритроцитов в пяти больших квадратах (что составляет 80 маленьких), находят среднее арифметическое число эритроцитов в одном маленьком квадрате  $\frac{\Sigma}{80}$ . Зная, что объем пространства камеры над одним маленьким квадратом равен  $\frac{1}{400}$  мм<sup>3</sup>, умножают найденное число на 4000. Получают число эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> разведенной крови. Умножив на кратность разведения (200), получают количество эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> цельной крови. Таким образом, формула для вычисления количества эритроцитов следующая:

$$X = \frac{\Sigma \times 4000 \times 200}{80},$$

где X — искомое число эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> цельной крови;  $\Sigma$  — сумма эритроцитов в 80 маленьких квадратах.

**Подсчет лейкоцитов.** Берут заполненный смеситель для лейкоцитов и, перемешивая его



содержимое так же, как это рекомендовалось при подсчете эритроцитов, заполняют счетную камеру. Для получения точных результатов подсчет производят в 25 больших квадратах, что составляет 400 маленьких квадратов. Лейкоциты удобнее считать при малом увеличении (окуляр 7×).

Формула для вычисления количества лейкоцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови:

$$X = \frac{Л \times 4000 \times 20}{400},$$

где X — искомое число лейкоцитов в 1 мм<sup>3</sup> цельной крови; Л — сумма лейкоцитов в 400 маленьких (25 больших) квадратах.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Нарисуйте большой квадрат сетки счетной камеры Горяева с соответствующими маленькими квадратами. 2. Нарисуйте меланжеры для подсчета эритроцитов и лейкоцитов. 3. Сравните полученные вами результаты подсчета форменных элементов крови с нормой.

**Ответьте на вопросы:** 1. На чем основана методика подсчета форменных элементов крови? 2. Можно ли при подсчете эритроцитов воспользоваться 5% раствором уксусной кислоты, подкрашенной метиленовой синью, а для подсчета лейкоцитов взять 3% раствор поваренной соли?

### РАБОТА 3 (5)

#### АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОДСЧЕТ ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ

**Цели работы:** 1. Познакомиться с устройством и принципом работы приборов для автоматического подсчета форменных элементов на примере прибора «Целлоскоп «101». 2. С помощью прибора самостоятельно произвести автоматический подсчет форменных элементов крови.

В последнее время широкое распространение в клиниках получил метод автоматического подсчета форменных элементов крови с помощью электронных приборов. Существует несколько моделей приборов, в основу которых положены различные принципы. Общим преимуществом автоматического подсчета является большая скорость и точность.

**Для работы необходимы:** электронный прибор для автоматического подсчета форменных элементов крови, игла Франка, фильтровальная бумага, вата, заранее приготовленные согласно инструкции, прилагаемой к прибору, растворы для разбавления крови, спирт, эфир, йодная настойка.

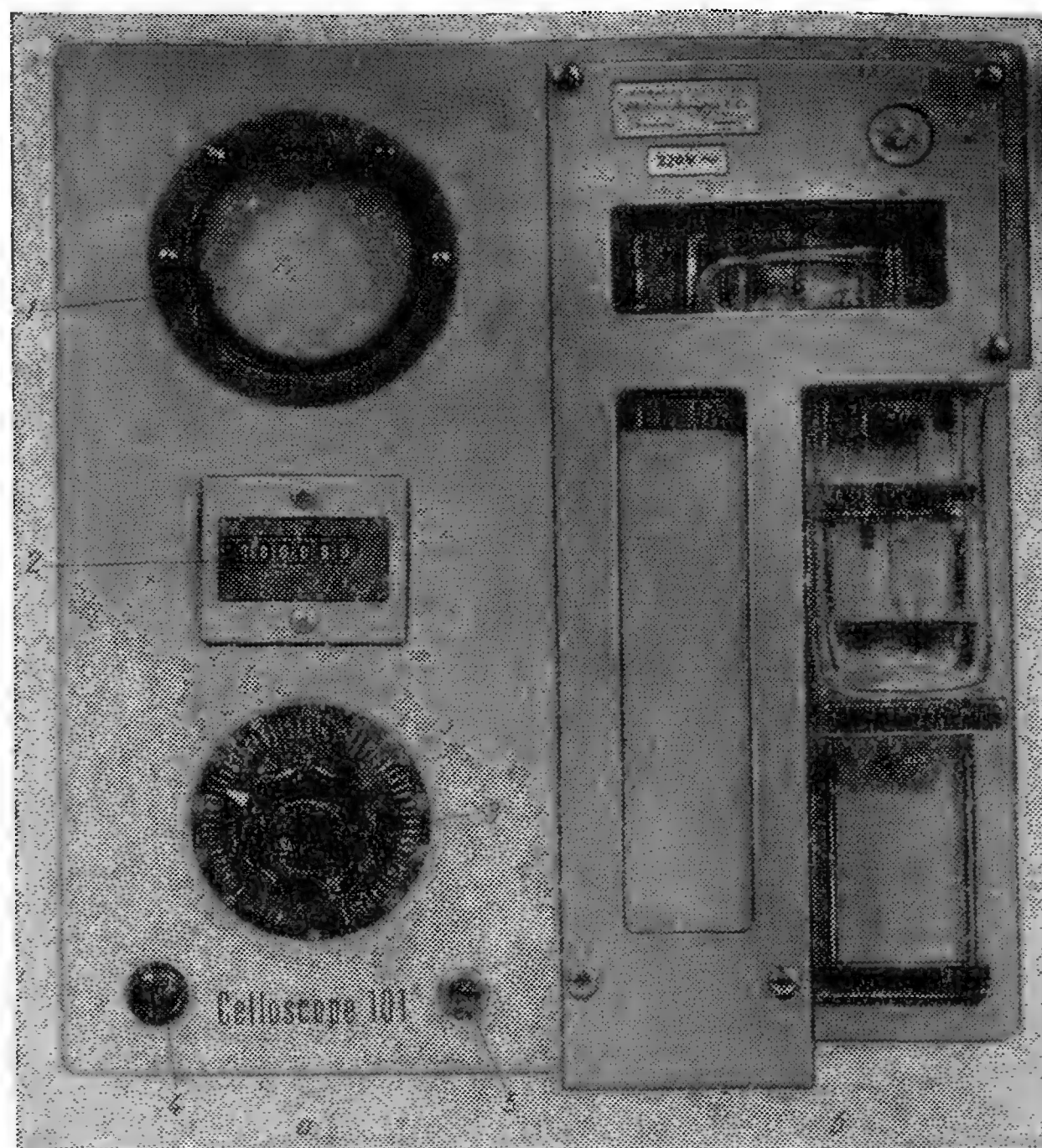


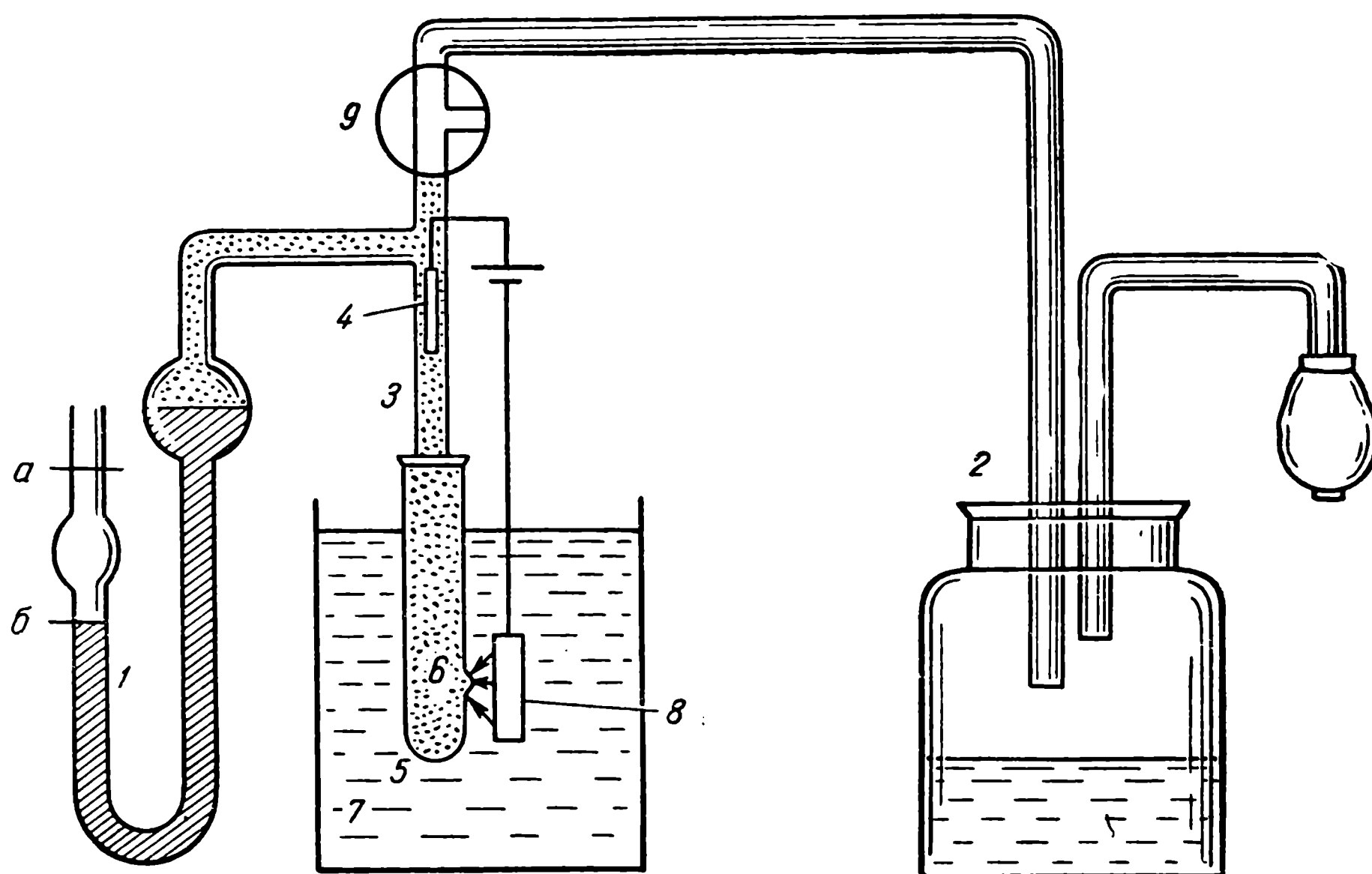
Рис. 28. Прибор для автоматического подсчета форменных элементов крови — «Целлоскоп 101» (пояснения в тексте).

**Проведение работы.** Целлоскоп (рис. 28) состоит из электронного блока (а) и блока входного (воспринимающего) устройства (б). На передней панели прибора расположены экран осциллографа (1), счетчик форменных элементов (2), ручка управления дискриминатором (3), ручка управления фокусировкой и управление яркостью луча осциллографа (4, 5).

С помощью целлоскопа осуществляют автоматический подсчет мелких частиц. Такими частицами могут быть форменные элементы крови, находящиеся во взвешенном состоянии в приготовленной специальным разведением пробе крови. Принцип работы состоит в том, что тончайшая струя пробы крови перемещается под действием вакуума в электрическом поле через калиброванное отверстие (апертуру). При этом прохождение каждого форменного элемента через апертуру меняет сопротивление цепи, полюса которой расположены в жидкой электропроводящей среде по обе стороны отверстия. В электронной схеме прибора эти колебания преобразуются и подаются в виде импульсов на осциллоскоп. Таким образом, каждой проходящей через апертуру частице на экране осциллографа будет соответствовать потенциал (наблюдаемый в виде вертикальной линии), амплитуда которого пропорциональна размеру частицы.

Специальное автоматическое устройство обеспечивает включение счетчика в момент прохождения струи пробы крови через аперттуру на строго определенный отрезок времени, что дает возможность сразу определить содержание эритроцитов или лейкоцитов в  $1 \text{ мм}^3$  крови. Для этого к показаниям счетчика после его автоматического выключения приписывают определенное число нулей в зависимости от степени разведения крови и условий опыта.

что обуславливает прохождение через аперттурное отверстие струи пробы в систему манометра. Подготовку прибора к работе осуществляют в соответствии с приложенной к нему инструкцией. Большое значение для точности анализа играют растворы-разбавители. Их готовят заранее и обязательно фильтруют через стеклянный фильтр. Раствор I состоит из смеси 9,670 мл 0,9% раствора  $\text{NaCl}$ , 6 мл 3% раствора  $\text{NaHCO}_3$ , 7,2 мл 35% раствора формалина,



**Рис. 29.** Принципиальная схема входного (воспринимающего) устройства прибора для автоматического подсчета форменных элементов крови «Целлоскоп 101»: 1 — ртутный манометр; 2 — сосуд для создания вакуума; 3 — соединительная трубка; 4 — I электрод; 5 — аперттурная трубка; 6 — аперттура (калиброванное отверстие); 7 — стаканчик с разведенной пробой крови; 8 — II электрод; 9 — трехходовой кран; а, б — начальный и конечный уровни ртути при подготовке прибора к работе.

Регулятор порогового размера частиц — дискриминатор, ручка управления которым выведена на переднюю панель, устанавливает пределы размера клеток, счет которых ведется прибором.

На рис. 29 приведена принципиальная схема входного (воспринимающего) устройства целлоскопа. Ртутный манометр (1) связан с вакуумной системой (2) через трехходовой кран (9). Стеклянная трубка (3) с вмонтированным в нее электродом (4) герметически соединяется с аперттурной трубкой (5), через отверстие в которой (6) тонкой струей затягивается в систему исследуемая проба из стаканчика (7). Второй электрод воспринимающей цепи (8) погружен в стаканчик с пробой крови на уровне отверстия аперттурной трубки. Кран (9) служит для включения прохождения струи пробы через аперттуру между электродами. Вакуумная система (2), состоящая из сосуда с баллоном, необходима для понижения давления в трубках, за счет чего ртуть в манометре поднимается вверх. В дальнейшем ртуть, опускаясь, создает в манометре и связанной с ним аперттурной трубке разрежение,

250 мл триоксиметиламинометана, рН раствора 7—7,2. Раствор II представляет собой 0,9% раствор  $\text{NaCl}$ ; раствор III — 2% раствор сапонины в 0,9% растворе  $\text{NaCl}$ .

Кровь обычным способом получают из пальца. При помощи специального капилляра берут до метки кровь и смешивают ее с предварительно налитыми в пробирку 4 мл I раствора. Тщательно перемешав смесь, берут из нее 0,05 мл и вливают в стаканчик с 20 мл II раствора.

**Подсчет эритроцитов.** Стакан с пробой крови помещают в прибор (см. рис. 29, 7). Кран (9) переводят на белый знак, после чего ртуть в манометре начинает опускаться, а на экране осциллографа появляются вертикальные линии, соответствующие числу форменных элементов, проходящих в отверстие аперттурной трубки. Когда ртуть доходит до уровня «б», автоматически включается счетчик, после достижения ртутью уровня «а» счетчик также автоматически выключается. За это время регистрируется число форменных элементов в объеме пробы, отдозированном таким образом, что приписывание к показаниям счетчика четырех нулей



дает содержание эритроцитов в  $1 \text{ мм}^3$  цельной крови. Возвратив движением крана (9) уровень ртути к исходному положению, можно повторить подсчет и взять средние данные ряда определений. Дискриминатор при подсчете эритроцитов должен быть установлен по шкале на деление «7», при этом частицы с меньшим диаметром, чем средний диаметр эритроцитов, счетчиком не учитываются.

**Подсчет лейкоцитов.** Для подсчета лейкоцитов в пробирку, содержащую кровь в 4 мл I раствора, добавляют 0,1 мл III раствора. Через 1—2 минуты туда же добавляют 12 мл II раствора. В результате получается разведенная проба крови с гемолизированными эритроцитами. Стакан с пробой помещают в целлоскоп и подсчет производят так же, как и подсчет эритроцитов, с той лишь разницей, что дискриминатор ставят по шкале на деление «40», при этом счетчик не учитывает частицы с диаметром меньшим, чем средний диаметр лейкоцитов. Если к полученным показаниям счетчика приписать два нуля, то это даст число лейкоцитов в  $1 \text{ мм}^3$  цельной крови.

Для большей точности подсчета лейкоцитов из полученной цифры вычитают число, получаемое при исследовании контроля, составленного из 4 мл I, 12 мл II и 0,1 мл III раствора.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Запишите схему входного (воспринимающего) устройства целлоскопа. 2. Сравните результаты подсчета форменных элементов крови, полученные обычным путем, с данными автоматического подсчета.

**Ответьте на вопросы:** 1. При проводимых ниже условиях изменяется общее количество эритроцитов в организме или только относительное их число в  $1 \text{ мм}^3$ :

- при подъеме в горы?
- при тяжелой мышечной работе?
- при хроническом желудочном кровотечении?

#### РАБОТА 4 (6)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГЕМОГЛОБИНА В КРОВИ ПО СПОСОБУ А. САЛИ (A. Saly)

**Цели работы:** 1. Ознакомиться с методикой определения количества гемоглобина в крови по способу Сали. 2. Определить у себя относительное содержание гемоглобина в крови.

Гемоглобин является главным компонентом эритроцитов, составляя 95% их сухого веще-

ства. Он представляет собой сложный хромопротейд, от которого зависит цвет крови. В крови содержится около 14% гемоглобина (14 г на 100 г крови): в крови женщин 12,1—13,8%, мужчин 13,3—15,6%.

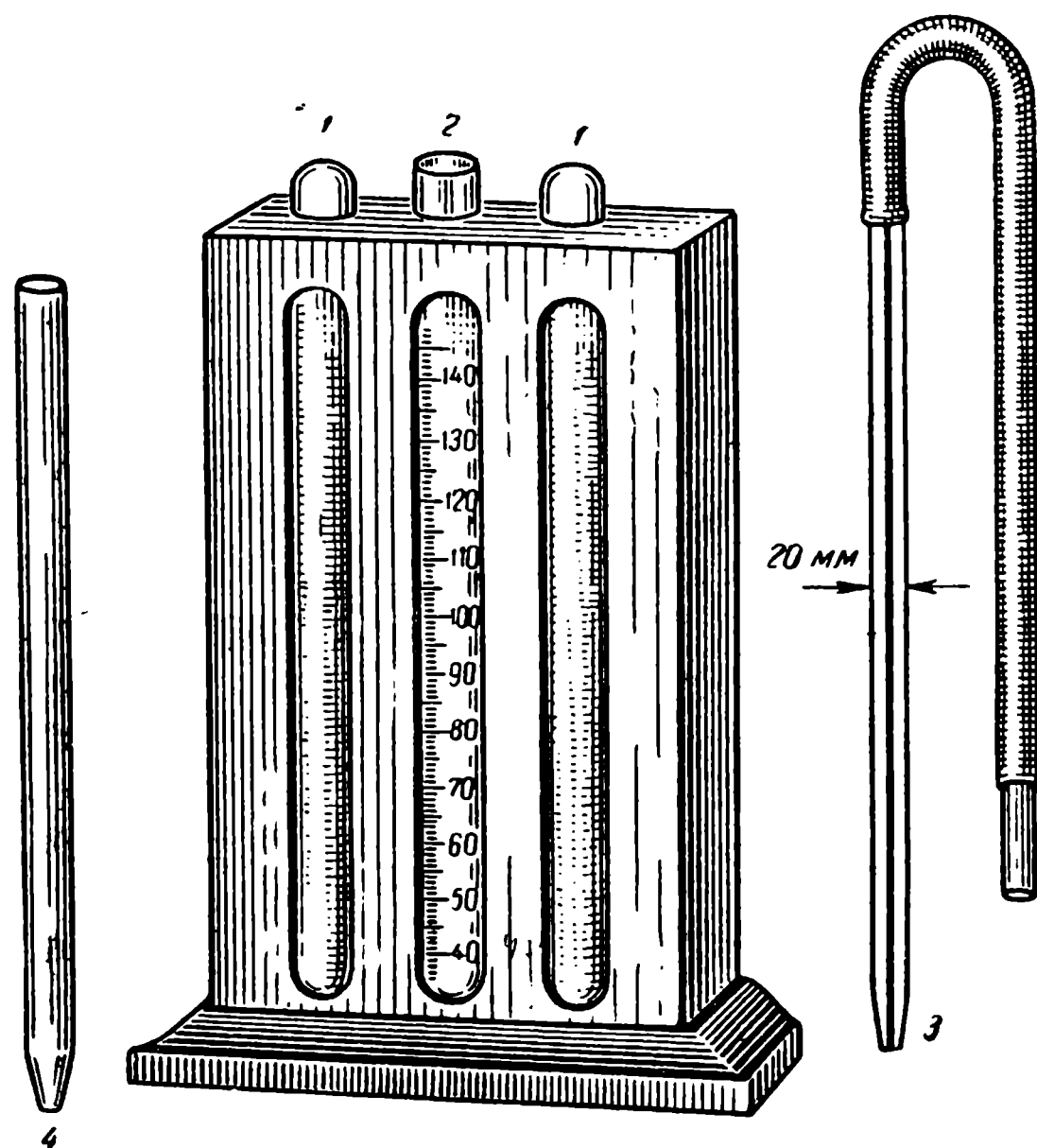


Рис. 30. Гемометр Сали.

1 — пробирки со стандартным раствором; 2 — пробирка для исследуемой крови; 3 — пипетка для крови; 4 — пипетка для воды.

Определение гемоглобина производят колориметрическим способом, основанным на следующем принципе: если исследуемый раствор путем разбавления довести до окраски, одинаковой со стандартным раствором, то концентрация растворенных веществ в обоих растворах будет одинакова, а количества веществ будут относиться как их объемы. Зная количество вещества в стандартном растворе (16,7% гемоглобина), легко вычислить его содержание в исследуемом.

**Для работы необходимы:** гемометр Сали, игла Франка, вата, фильтровальная бумага, 0,1 N раствор HCl, спирт, эфир, йодная настойка, дистиллированная вода.

**Проведение работы.** Гемометр Сали (рис. 30) представляет собой штатив, задняя стенка которого сделана из матового стекла. В штатив вставлены три пробирки одинакового диаметра. Две крайние (1) сверху запаены и содержат раствор солянокислого гематина, средняя (2) градуирована\* и открыта. Она предназначена для исследуемой крови. К прибору прило-

\* Применяется два типа градуировки: в относительных процентах (как на рисунке) и в грамм-процентах.

жены капилляр (4), пипетка с меткой 20 мм<sup>3</sup> (3) и стеклянная палочка.

Определение количества гемоглобина проводят следующим образом. В среднюю пробирку наливают 0,1 N раствор соляной кислоты до метки «5». Затем из пальца обычным способом [см. работу 1 (3)] с помощью градуированной пипетки берут 20 мм<sup>3</sup> крови и, обтерев кончик пипетки фильтровальной бумагой, выдувают кровь на дно пробирки так, чтобы верхний слой соляной кислоты оставался неокрашенным. Не вынимая пипетки, споласкивают ее соляной кислотой из верхнего слоя. После этого содержимое пробирки перемешивают, ударяя пальцем по ее концу, и оставляют стоять 5—10 минут. Это время необходимо для полного превращения гемоглобина в солянокислый гематин. Затем к раствору прибавляют по каплям дистиллированную воду до тех пор, пока цвет полученного раствора не будет совершенно одинаков с цветом стандарта (добавляя воду, раствор перемешивают стеклянной палочкой).

Цифра, стоящая на уровне нижнего мениска полученного раствора, показывает содержание гемоглобина в исследуемой крови в грамм-процентах. Кроме этого, можно вычислить относительное содержание гемоглобина в исследуемой крови.

Допустим, мы нашли в крови 14 г% гемоглобина. Составим пропорцию:

$$\begin{array}{l} 16,7 \text{ г\%} - 100\% \\ 14,0 \text{ г\%} - X \end{array}$$

$$X = \frac{100 \times 14\%}{16,7} \quad (\text{относительное содержание гемоглобина}).$$

**Рекомендации к оформлению работы:** Запишите полученные данные содержания гемоглобина в вашей крови и сравните их с нормой.

**Ответьте на вопрос:** Каково общее содержание гемоглобина у взрослого человека?

#### РАБОТА 5 (7)

#### ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГЕМОГЛОБИНА В КРОВИ

**Цель работы:** Познакомиться с принципом работы современного фотоэлектроколориметра для определения содержания в крови гемоглобина.

**Для работы необходимы:** фотоэлектроколориметр, игла Франка, вата, фильтровальная бумага, специальные растворы для разведения крови [см. работу 3 (5)], спирт, эфир, йодная настойка.

В условиях клинической лаборатории часто приходится в сжатые сроки выполнять большое количество анализов. При этом быстрота получения результата (в сочетании с высокой точностью) приобретает первостепенное значение. Для удовлетворения подобных требований создан ряд приборов для ускоренного автоматического определения содержания гемоглобина в крови. Одним из таких приборов является рассматриваемый нами фотоэлектроколори-

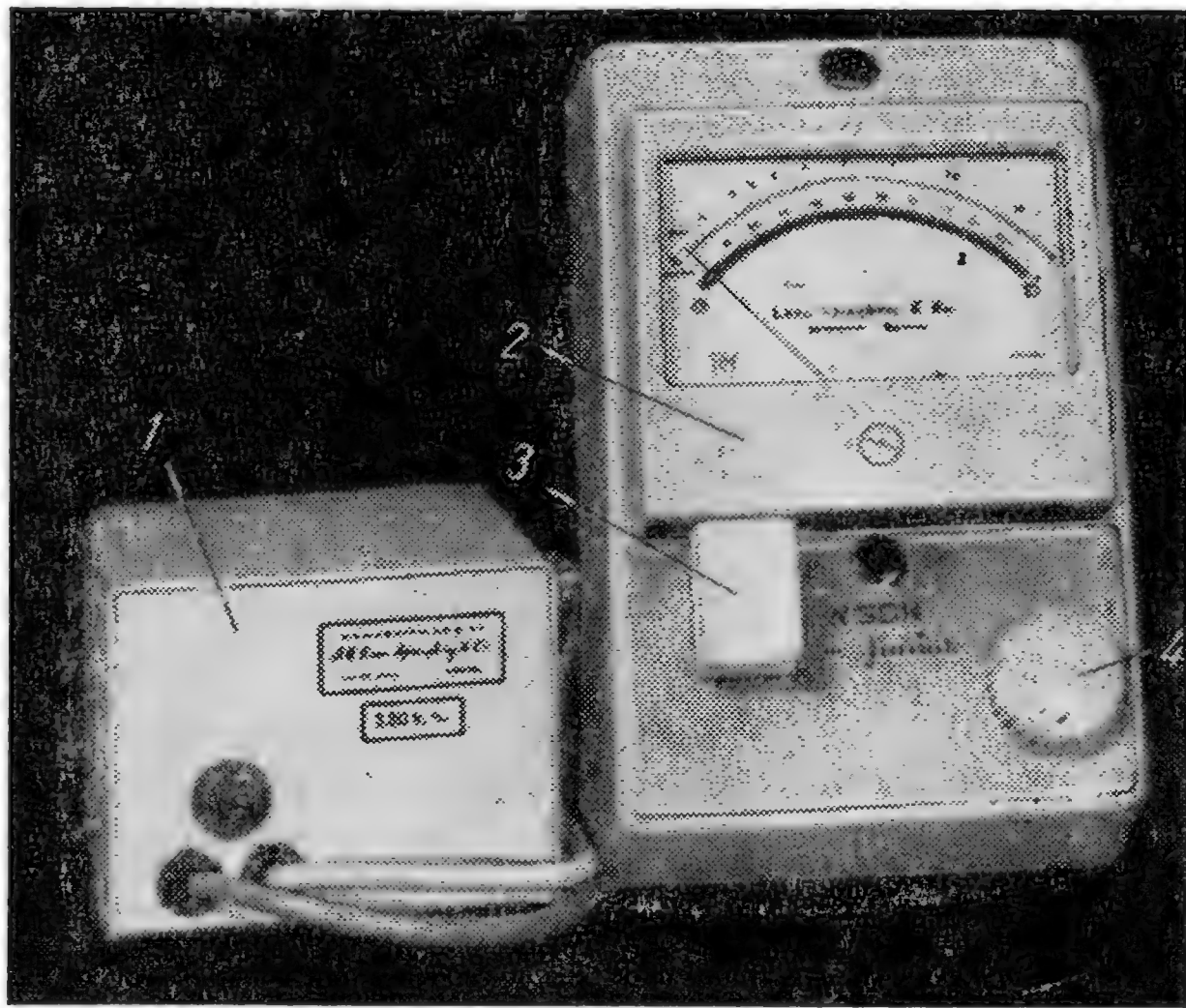


Рис. 31. Фотоэлектроколориметр для определения содержания гемоглобина в крови (пояснения в тексте).

метр. Принцип действия его состоит в следующем: если поместить раствор, содержащий гемоглобин, между источником света и фотоэлементом, то степень освещенности фотоэлемента будет находиться в зависимости от количества гемоглобина в растворе. Таким образом, чем больше в растворе гемоглобина, тем меньшее количество световых лучей определенной длины будут попадать на фотоэлемент и тем меньший фототок будет в нем возбуждаться.

Фотоэлектроколориметр (рис. 31) состоит из стабилизатора напряжения (1), стрелочного гальванометра (2), кюветы для помещения пробы разбавленной и гемолизированной крови (3) и потенциометра для калибровки прибора (4). Прибор сконструирован таким образом, что возникающий в фотоэлементе ток отклоняет стрелку чувствительного гальванометра, шкала которого проградуирована так, что позволяет непосредственно определить относительное содержание гемоглобина в крови в грамм-процентах.

**Проведение работы.** Для определения содержания гемоглобина в крови обычным способом [см. работу 1 (3)] берут из пальца до



метки кровь и смешивают ее с 4 мл I раствора [см. работу 3 (5)]. В эту пробирку добавляют 0,1 мл III раствора. Через 1—2 минуты наблюдается гемолиз. Гальванометр соединяют со стабилизатором и последний включают в сеть. Затем помещают в соответствующее гнездо прибора специальную калибровочную кювету (3) с дистиллированной водой. При этом ручкой потенциометра (4) следует установить стрелку гальванометра на отметку «100», после чего кювету с водой заменяют кюветой с исследуемой пробой. Отмечают положение стрелки гальванометра, которая показывает относительное содержание гемоглобина в цельной крови в процентах. На основании полученных данных по таблице определяют абсолютное содержание гемоглобина в крови. Вся процедура анализа (не считая времени взятия крови) занимает одну — две минуты.

**Рекомендация к оформлению работы:** Изобразите схематически фотоэлектроколориметр и запишите полученные результаты анализа крови.

**Ответьте на вопросы:** 1. С какой целью для определения содержания в крови гемоглобина фотоэлектроколориметрическим методом вызывают гемолиз крови? 2. В каком из приведенных ниже случаев будет наблюдаться гипоксемия: а) при образовании соединения гемоглобина с окисью углерода; б) при образовании прочного соединения гемоглобина с кислородом (метгемоглобин)?

---

#### РАБОТА 6 (8)

#### НАБЛЮДЕНИЕ БУФЕРНЫХ СВОЙСТВ СЫВОРОТКИ КРОВИ

---

**Цель работы:** Наглядно убедиться в буферных свойствах сыворотки путем титрования (по Фриденталю) равных объемов сыворотки и воды (для сравнения) кислотой и щелочью до сдвига реакции соответственно в кислую и щелочную сторону.

Кровь высших животных и особенно человека отличается большим постоянством активной реакции. Величина рН в среднем составляет 7,36 и колеблется в очень узких границах, не выходя за пределы 7,3—7,4, т. е. слабо щелочной реакции. Постоянство рН крови сохраняется, несмотря на непрерывное поступление в кровь кислых и щелочных продуктов обмена. Особенно много в тканях образуется кислых веществ (углекислота, молочная кислота и др.). Известно, что для того чтобы сделать реакцию сыворотки щелочной (по фенолфталеину),

к ней приходится прибавить в несколько десятков раз (40—70) больше едкого натра, чем к дистиллированной воде. А чтобы сделать реакцию кислой (по метилоранжу), к сыворотке нужно прибавить в несколько сотен раз (300—400) больше соляной кислоты, чем к дистиллированной воде.

Постоянство рН крови обеспечивается целым рядом регуляторных механизмов и в первую очередь следующими буферными системами: 1) гемоглобина (оксигемоглобин и восстановленный гемоглобин); 2) угольной кислоты — двууглекислый натрий (карбонатный буфер); 3) одно- и двузамещенного фосфата натрия (фосфатный буфер); 4) белков плазмы (белковый буфер).

**Для работы необходимы:** 4 стаканчика, 2 пипетки на 5 мл, 2 бюретки, сыворотка крови, разведенная в 10 раз, 0,01 N раствор NaOH, 0,1 N раствор HCl, дистиллированная вода, индикаторы, метилоранж и фенолфталеин.

**Проведение работы.** Для наблюдения буферных свойств крови берут два чистых стаканчика и наливают в один 5 мл сыворотки крови, а в другой 5 мл воды. Прибавляют в оба стаканчика по капле метилоранжа и титруют, считая капли, 0,1 N раствором соляной кислоты до появления исчезающего при взбалтывании красного окрашивания. Титрование необходимо начинать с воды, которая не обладает буферными свойствами и служит для контроля. Для простоты отсчет титрования ведут в каплях.

Затем берут еще два стаканчика и снова наливают в один 5 мл сыворотки крови, а в другой 5 мл воды. Прибавляют в каждый стаканчик по капле фенолфталеина и, считая капли, титруют 0,01 N раствором едкого натра до исчезающего в течение минуты слабого фиолетового окрашивания (для более точного сравнения нужно поставить оба стаканчика рядом на белую бумагу).

**Рекомендация к оформлению работы:** Запишите полученные результаты и сформулируйте в виде вывода, что доказывает проведенный опыт.

**Ответьте на вопросы:** 1. Во сколько раз больше нужно прибавить соляной кислоты к неразведенной сыворотке крови, чем к воде, чтобы сделать реакцию кислой (по метилоранжу)? 2. Во сколько раз больше нужно прибавить едкого натра к неразведенной сыворотке крови, чем к воде, чтобы сделать реакцию щелочной (по фенолфталеину)? 3. Какие буферные системы имеются в крови? 4. Каков принцип действия буферных систем? 5. Как можно объяснить то, что кровь способна нейтрализовать кислоты в большей степени, чем щелочи?

---

**РАБОТА 7 (9)****ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИИ ОСЕДАНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ (РОЭ) ПО Т. П. ПАНЧЕНКОВУ**

---

**Цель работы:** Освоить методику определения скорости оседания эритроцитов.

При стоянии стабилизированной крови эритроциты в силу тяжести оседают. При этом кровь делится на два слоя: верхний (бесцветный, прозрачный) — плазму и нижний (красный, непрозрачный) — эритроциты.

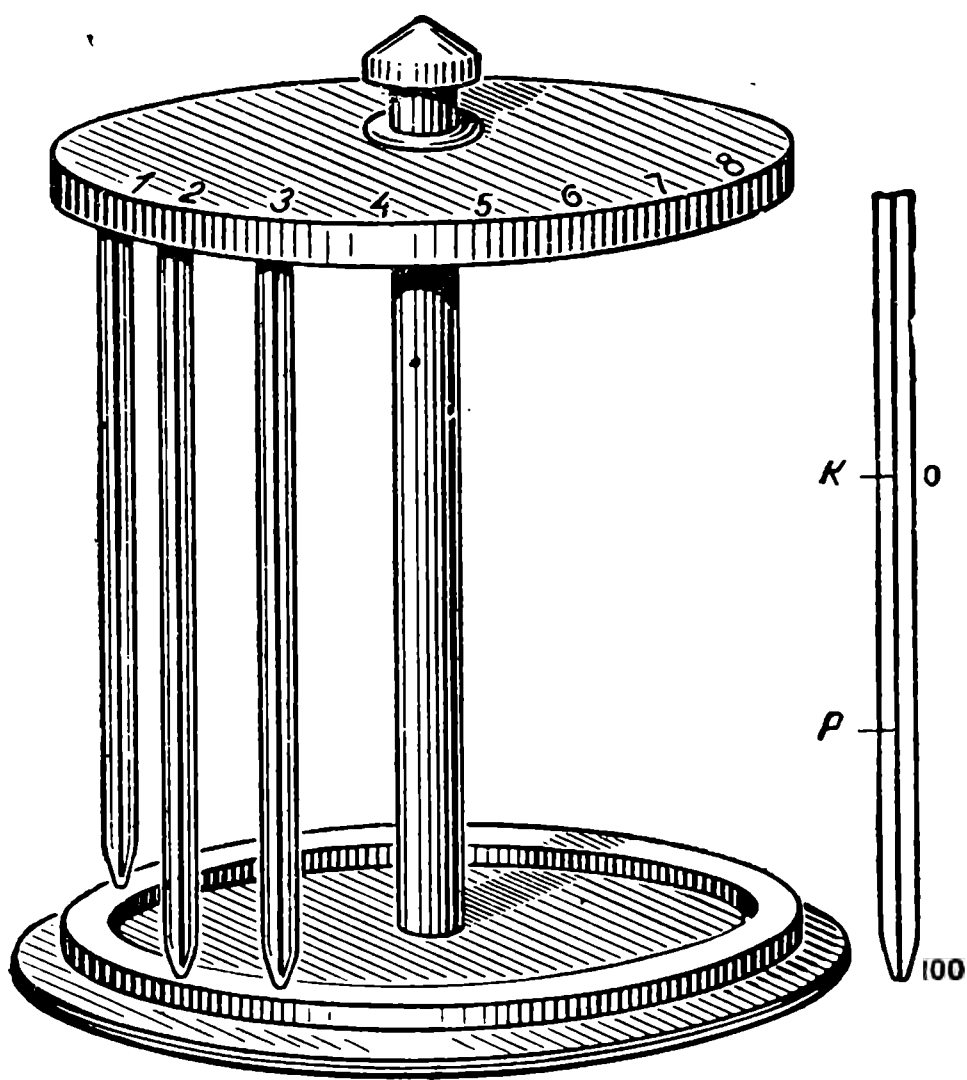


Рис. 32. Прибор Панченкова (пояснения в тексте).

Скорость оседания эритроцитов сильно колеблется в зависимости от состояния организма.

Для определения РОЭ применяют прибор Панченкова (рис. 32). Прибор представляет собой штатив, в котором могут быть укреплены в вертикальном положении специальные капилляры. Капилляры градуированы в миллиметрах. Метка «О» стоит на расстоянии 100 мм от нижнего конца. На капилляре есть еще две метки: «К» (кровь) — на уровне «нуль» и метка «Р» (реактив) — на уровне 50 мм.

**Для работы необходимы:** прибор Панченкова, часовое стекло, игла Франка, вата, фильтровальная бумага, 5% раствор лимоннокислого натрия (цитрат), спирт, йодная настойка.

**Проведение работы.** Капилляр промывают 5% раствором цитрата. Затем набирают цитрат до метки «Р» (реактив) и выдувают его на часовое стекло. Вслед за этим делают прокол пальца и в тот же капилляр двукратно наби-

рают кровь до метки «К». Обе порции крови смешивают на часовом стекле с имеющимся там цитратом. Полученную таким образом смесь крови с цитратом (в соотношении 4 : 1) набирают в капилляр до метки «О» и ставят капилляр в штатив. Следует иметь в виду, что для успешного взятия крови прокол пальца должен быть довольно глубоким; капилляр следует держать горизонтально, погрузив его кончик в основание капли, при этом кровь по закону капиллярности сама заполняет капилляр. Через час смотрят, скольким миллиметрам равна высота образовавшегося вертикального столбика плазмы в капилляре. Число миллиметров плазмы и является мерой РОЭ. Норма РОЭ от 4 до 10 мм в час.

Обратите внимание, что РОЭ нельзя вычислять, измеряя, сколько плазмы образовалось за 30 минут и умножая на 2, так как процесс оседания протекает во времени неравномерно.

**Рекомендация к оформлению работы:** Зарисуйте прибор Панченкова и отдельно капилляр с метками.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каков предполагаемый механизм влияния различных факторов на РОЭ? 2. Как влияет на скорость оседания эритроцитов: а) увеличение содержания глобулинов в плазме крови; б) увеличение числа эритроцитов в «монетных столбиках»?

---

**РАБОТА 8 (10)****ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ**

---

**Цель работы:** Познакомиться с одной из методик определения времени свертывания крови.

Свертывание крови относится к важнейшим защитным реакциям организма. Свертываясь, кровь образует сгустки, что ведет к прекращению кровотечения. Свертывание крови обусловлено функцией свертывающей системы крови, под которой понимают сложный биохимический и физиологический комплекс.

**Для работы необходимы:** часовое стекло, покрытое тонким слоем парафина, капилляр от гемометра Сали, игла Франка, водяная баня, водяной термометр, стеклянная палочка с крюкообразным концом, вата, фильтровальная бумага, прокипяченная дистиллированная вода, спирт, йодная настойка, вазелиновое масло.

**Проведение работы. Способ Маса и Магро (J. Mass и C. Magro).** На покрытое парафином часовое стекло помещают каплю вазелинового масла. Из пальца капилляром, предварительно смоченным изнутри вазелиновым маслом, берут каплю крови и помещают ее в каплю



вазелинового масла на стекле. Каждые 2 минуты кровь снова насасывают в капилляр, выдувая ее затем обратно на часовое стекло. С момента наступления свертывания насосать кровь становится невозможно. Замечают время от момента взятия крови до начала свертывания. В норме у человека при температуре воздуха 15—25° по этой методике оно равно 8—12 минутам.

**Рекомендации к оформлению работы:** Запишите схему основных этапов процесса свертывания крови.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каковы современные представления о механизме свертывания крови? 2. Каков биологический смысл процесса свертывания крови? 3. Перечислите известные вещества и способы: а) предотвращающие или замедляющие свертывание крови; б) ускоряющие процесс свертывания крови.

---

#### РАБОТА 9(11)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУППЫ КРОВИ

---

**Цели работы:** 1. Освоить методику определения групп крови. 2. Определить группу своей крови.

**Для работы необходимы:** предметные стекла, стеклянные палочки, стандартные сыворотки I, II и III групп, игла Франка, спирт, вата, йодная настойка.

На основании реакции агглютинации эритроцитов установлено, что кровь каждого человека принадлежит к одной из четырех групп. Кровь различных групп отличается содержанием агглютининов и агглютиногенов. Агглютинины, склеивающие вещества, находятся в плазме. Агглютиногены — вещества, способные склеиваться, содержатся в эритроцитах.

Имеется два вида агглютиногенов — А и В и соответственно два вида агглютининов —  $\alpha$  и  $\beta$ . Реакция агглютинации, т. е. склеивание эритроцитов в комочки, наступает лишь при смешении одноименных агглютининов и агглютиногенов, например  $\alpha$  и А или  $\beta$  и В. (Агглютинацию нельзя смешивать с процессом свертывания крови — выпадением фибрина в виде нерастворимых нитей.)

Определение группы крови имеет практическое значение для переливания крови. При этом учитывают прежде всего свойства эритроцитов донора, так как плазма вводится в малом количестве и, разводясь в крови реципиента, теряет свои агглютинирующие свойства. Однако при переливании значительного количества крови учитывают и агглютинины донора.

**Проведение работы.** Группы крови определяют по свойствам эритроцитов, которые устанавливают с помощью стандартных сывороток, содержащих известные агглютинины.

Предметное стекло помещают на белую бумагу и наносят на него (не смешивая) по 1 капле стандартных сывороток I, II и III группы, содержащих соответственно агглютинины: I —  $\alpha$  и  $\beta$ , II —  $\beta$  и III —  $\alpha$ . Затем, получив каплю крови из пальца, первой стеклянной палочкой переносят небольшое количество ее в каплю сыворотки I группы, вторым чистым концом этой же палочки такое же количество крови переносят в сыворотку II группы. При помощи второй стеклянной палочки третью каплю переносят в сыворотку III группы, при этом каждый раз тщательно размешивают кровь в капле сыворотки палочкой до тех пор, пока смесь не примет равномерно розового цвета. Реакция агглютинации наступает через 1—5 минут. При наличии агглютинации капля становится прозрачной, а эритроциты склеиваются в виде комочков. Группа крови устанавливается в зависимости от агглютинации.

1. Отсутствие агглютинации во всех трех каплях говорит об отсутствии агглютиногенов в эритроцитах исследуемой крови и, следовательно, она принадлежит первой (0) группе.

2. Если агглютинация произошла с сыворотками I и III группы, содержащими соответственно агглютинины  $\alpha$  и  $\beta$  и  $\alpha$ , то, следовательно, эритроциты исследуемой крови содержат агглютиноген А и эта кровь принадлежит ко II (А) группе.

3. Если агглютинация произошла с сыворотками I и II группы, содержащими агглютинины  $\alpha$  и  $\beta$  и  $\beta$ , то эритроциты исследуемой крови содержат агглютиноген В и эта кровь принадлежит к III (В) группе.

4. Наличие агглютинации во всех трех каплях говорит о присутствии в эритроцитах исследуемой крови агглютиногенов как А, так и В и, следовательно, она принадлежит к IV (АВ) группе.

**Рекомендация к оформлению работы:** Перерисуйте в тетрадь схему совместимости групп крови из учебника.

**Ответьте на вопросы:** 1. К какой группе принадлежит исследованная Вами кровь? 2. Каким реципиентам может быть перелита кровь этой группы? 3. Кровь какого донора можно перелить Вам? 4. На каком принципе основана методика определения групп крови? 5. Если кровь донора I группы может быть перелита реципиенту с III группой крови, то почему нельзя сделать наоборот? (т. е. кровь III группы перелить человеку с I группой).

**Цель работы:** Провести эксперимент, доказывающий, что понятие о доноре I группы как об «универсальном» доноре относительно.

**Для работы необходимы:** микроцентрифуга, игла Франка, две глазные пипетки, предметное стекло, две стеклянные палочки, спирт, 6% раствор лимоннокислого натрия.

**Проведение работы.** Работа производится с кровью студентов, у которых предварительно была определена группа крови при помощи стандартных сывороток. Берут кровь у двух испытуемых: первый из них должен иметь кровь I группы, второй — любой другой группы. У того и другого испытуемого прокалывают иглой Франка палец левой руки достаточно глубоко, чтобы получить 2—3 капли крови.

В две микропробирки вводят при помощи пипеток по капле 6% раствора лимоннокислого натрия. Теми же пипетками отдельно набирают по 2 капли крови из проколотых пальцев двух участников опыта. Кровь вводят в две разные пробирки и перемешивают с лимоннокислым натрием путем осторожного встряхивания. На пробирках делают пометки карандашом, пишущим по стеклу, с указанием группы крови. Помещают пробирки в центрифугу и центрифугируют кровь 10—15 минут (скорость вращения ручки 60 об/мин.). После центрифугирования ставят две пробы на двух предметных стеклах. На первое наносят каплю эритроцитов из пробирки с кровью I группы, смешивая с каплей сыворотки, взятой из второй пробирки другой пипеткой. Каплю перемешивают стеклянной палочкой.

На второе стекло наносят каплю плазмы, взятой из пробирки с кровью I группы и совмещают ее с каплей эритроцитов, взятых из второй пробирки. Перемешивают каплю чистой стеклянной палочкой. Наблюдают, есть ли агглютинация на первом и втором стеклах.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Запишите, в какой из поставленных проб наблюдается агглютинация. 2. Выпишите агглютиногены и аггглютинины, входящие в состав крови Ваших испытуемых.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какое правило соблюдают, рассматривая вопрос о совместимости крови донора с кровью реципиента? 2. При каких условиях могут быть исключения из этого правила? 3. Имеет ли реакция агглютинации защитное значение для организма и, если да, каков биологический смысл данной защитной реакции?

**Цель работы:** Познакомиться с принципами и методикой определения Rh-фактора.

В эритроцитах 85% людей, помимо агглютиногенов A и B, содержится особый антиген, открытый в 1940 г. К. Ландштейнером и Р. Винтером) (K. Landsteiner a R. Winer), называемый резус-фактором. Резус-фактор содержится в крови у 85% людей (резусположительная кровь), а у 15% он отсутствует (резусотрицательная кровь). Особенностью резус-фактора является отсутствие в сыворотке соответствующих ему готовых аггглютининов, которые, однако, могут образовываться в крови при определенных условиях, например после того, как резусотрицательному субъекту перельют резусположительную кровь. В этом случае при последующем переливании совместимой, но резусположительной крови у ранее иммунизированного реципиента может наступить гемотрансфузионный шок в результате реакции между резусположительными эритроцитами донора и образовавшимися антирезус-аггглютинами реципиента.

**Для работы необходимы:** пробирки, вата, игла Франка, стандартная сыворотка, стерильный 10% раствор желатины, обработанный альбумидом (из расчета 10 мг альбумида на 1 мл желатины), физиологический раствор, спирт, йодная настойка.

**Проведение работы.** На дно пробирки тремя разными пипетками помещают каплю стандартной сыворотки, каплю желатины и каплю крови, полученной из пальца испытуемого. Пробирку помещают на 5 минут в водяную баню температуры 47—49°. Через 5 минут в пробирку добавляют 3 мл физиологического раствора, перемешивают содержимое пробирки, зажав ее между большим и средним пальцами правой руки. Рассматривая пробирку на свет, устанавливают наличие или отсутствие аггглютинации. В случае положительной реакции в растворе появляются мелкие хлопья. При отрицательной реакции содержимое пробирки гомогенно. В сомнительных случаях рекомендуется каплю раствора поместить на предметное стекло под микроскоп и рассмотреть положение эритроцитов при малом увеличении. При наличии аггглютинации они расположены группами, при отсутствии — равномерно распределены в плазме.

**Рекомендация к оформлению работы:** Запишите полученный результат и сделайте вывод о том, какую кровь следует перелить в случае необходимости Вашему испытуемому.



**Ответьте на вопросы:** 1. В каком случае у реципиента при переливании ему резусположительной крови может развиваться гемотрансфузионный шок? 2. При каких условиях может возникнуть гемолитическая болезнь плода?

---

#### РАБОТА 12 (14)

#### ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ГЕМОЛИЗА

---

**Цель работы:** Показать, что гемолиз может быть вызван различными факторами, имеющими неодинаковый механизм действия.

Гемолизом называется выход гемоглобина в раствор, обусловленный повреждением оболочек эритроцитов. При этом кровь становится прозрачной, «лаковой». Различают несколько видов гемолиза: осмотический, механический, термический, химический и биологический.

Осмотический гемолиз, происходящий в гипотоническом растворе, объясняется тем, что вода, проникая в эритроциты, в конечном итоге приводит к разрыву их оболочек. Термический гемолиз, наступающий при замораживании крови, в сущности сводится к механическому повреждению эритроцитов образующимися в них кристалликами льда. Химический гемолиз наступает в результате растворения белковой или липоидной части оболочки эритроцитов щелочами, бензином, эфиром, хлороформом

и т. д. Механический гемолиз наблюдается при длительных механических воздействиях на кровь (встряхивание, сдавливание). Биологический гемолиз наступает под влиянием специфических гемолизинов растительного (сапонин) или животного происхождения (яды пчел, глистов, змей, бактериальные токсины; гемолизины крови, вызывающие гемолиз при переливании несовместимой группы крови, и др.).

**Для работы необходимы:** 4 пробирки в штативе, пипетка на 2 мл, стабилизированная и разбавленная в 5 раз кровь кролика или собаки, физиологический раствор, дистиллированная вода, нашатырный спирт, 2% раствор сапонины.

**Проведение работы.** Четыре пробирки ставят в штатив и в первую пробирку наливают: 2 мл физиологического раствора, во вторую — 2 мл физиологического раствора и 5 капель нашатырного спирта, в третью — 2 мл дистиллированной воды, в четвертую — 2 мл 2% раствора сапонины. Затем в каждую пробирку добавляют по 2 капли крови и встряхивают пробирки, перемешивая содержимое. Через 30 минут наблюдают результаты. При наличии гемолиза раствор в пробирке становится прозрачным.

**Рекомендация к оформлению работы:** Запишите схему проделанного опыта и отметьте, в каких пробирках произошел гемолиз.

**Ответьте на вопрос:** Каков механизм гемолиза в каждом из наблюдавшихся Вами случаев?

## Г Л А В А III

### ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА

У человека и высших животных кровообращение осуществляется благодаря работе сердца, которое постоянно и ритмически сокращается и перекачивает кровь из предсердий в желудочки, а из желудочков в кровеносные сосуды. Мышца сердца обладает рядом свойств, основными из которых являются автоматия, возбудимость, проводимость и сократимость.

Автоматическая деятельность сердца находится под постоянным воздействием нервной и гуморальной систем организма, которые обеспечивают приспособление работы сердца к различным условиям внешней и внутренней среды.

В процессе деятельности сердца возникает ряд физических явлений, получивших назва-

ние — **внешние проявления деятельности сердца.**

Исследование этих явлений позволяет судить о функциональном состоянии сердца в целом и об отдельных сторонах его деятельности.

Наибольшее значение при изучении функционального состояния сердечно-сосудистой системы имеют следующие внешние проявления деятельности сердца: 1) тоны сердца, 2) механические движения сердца при сокращении, 3) движение крови по полостям сердца и кровеносной системе, 4) биоэлектрические явления в сердечной мышце. Эти показатели дают количественную и качественную характеристику его функций и широко используются в клинической практике.

**Цель работы:** Овладеть техникой кардиографии и изучить фазы деятельности сердца.

Деятельность сердца складывается из трех взаимосвязанных фаз: систолы предсердий, систолы желудочков и общей паузы.

При 75 сокращениях сердца в минуту длительность систолы предсердий составляет около 0,1 секунды, систолы желудочков — 0,3 секунды, общей паузы — 0,4 секунды, всего сердечного цикла — 0,8 секунды.

**Для работы необходимы:** дощечка для фиксации лягушек, препаровальный набор, рычажок Энгельмана, универсальный штатив, кимограф, электрометроном с электромагнитным отметчиком времени, раствор Рингера для холнокровных, вата, лягушка.

**Проведение работы.** Обездвиживают лягушку путем разрушения головного и спинного мозга. Вскрывают грудную полость. Осторожно с помощью анатомического пинцета и ножниц срезают перикард. Затем, приподняв сердце за верхушку, подводят и завязывают нитку на уздечке. Ниже узла нитки уздечку пересекают. После этого сердце легко можно приподнять за нитку и увидеть его заднюю поверхность (рис. 33, 1—4).

Собирают установку по схеме, представленной на рис. 34, А. Захватывают серфинкой верхушку сердца и устанавливают рычажок Энгельмана (1) в горизонтальном положении, опуская или поднимая дощечку с лягушкой. Прижимают писчики рычажка Энгельмана<sup>1</sup> и отметчика времени к бумаге, включают кимограф, отметчик времени (4) проводят запись сокращений сердца (рис. 35). В процессе работы необходимо часто орошать сердце раствором Рингера, чтобы предохранить его от высыхания.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Нарисуйте схему опыта. 2. Вырежьте и вклейте в тетрадь кардиограмму. 3. На кардиограмме отметьте фазы сердечных сокращений. 4. Подсчитайте продолжительность сердечного цикла и каждой его фазы в отдельности.

<sup>1</sup> Для регистрации кардиограммы на обычной бумаге удобно и надежно в эксплуатации чернильнопишущее приспособление к рычажку Энгельмана, представленное на рис. 34, Б. Для качественной записи необходимо пластинку электрокардиографического пера (2), на которой фиксируется металлический капилляр (3), сточить до толщины ~0,1 мм, чтобы она хорошо пружинила и не создавала трения между писчиком и поверхностью барабана кимографа. Описанное чернильнопишущее устройство можно использовать и для отметки времени, укрепив его на электромагнитном отметчике времени.

Ответьте на вопросы: 1. Что такое сердечный цикл и из каких фаз он состоит? 2. Как изменится длительность основных фаз сердечного цикла при частоте сердечных сокращений 40 в минуту?

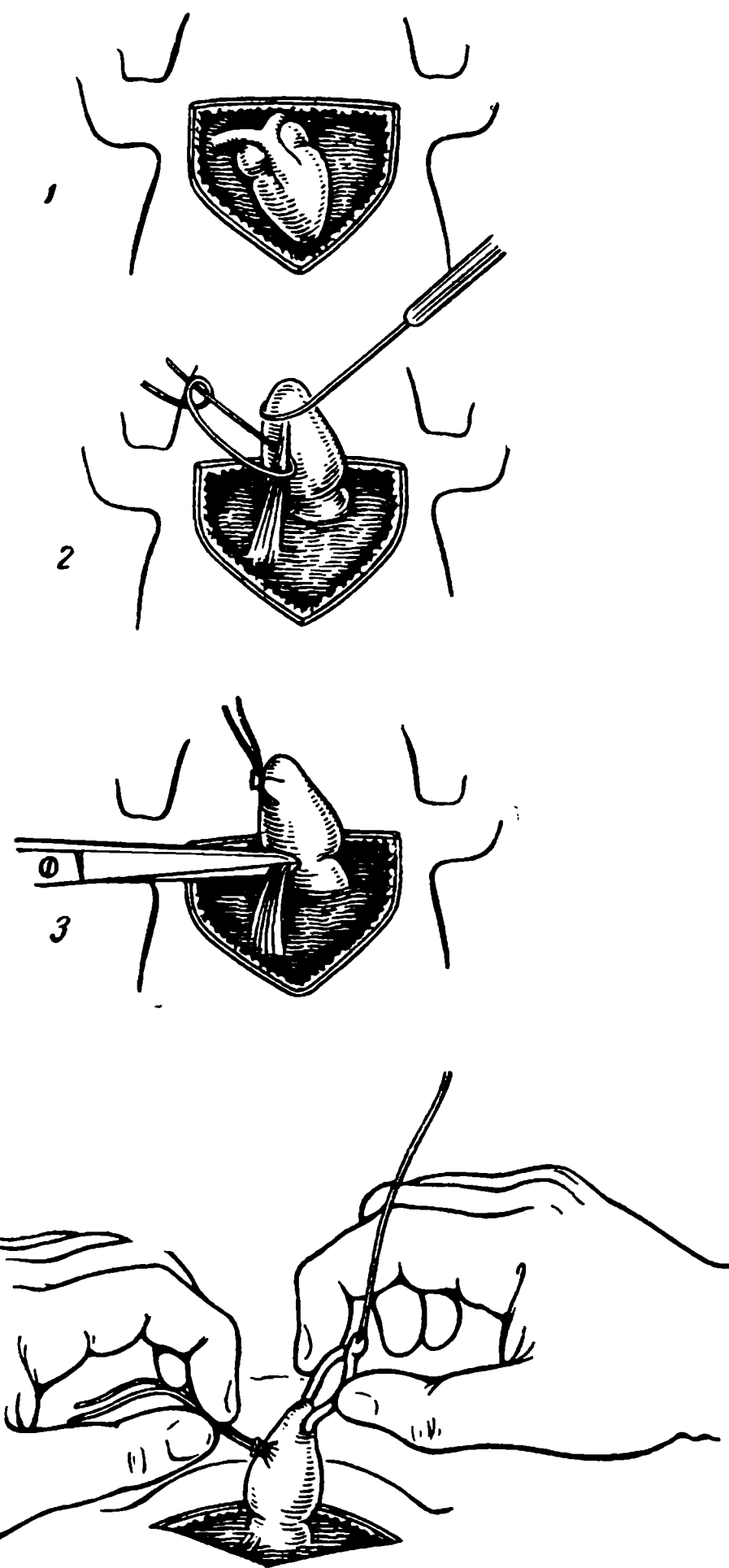


Рис. 33. Подготовка сердца к графической регистрации его сокращений, 1—4 — последовательные этапы операции

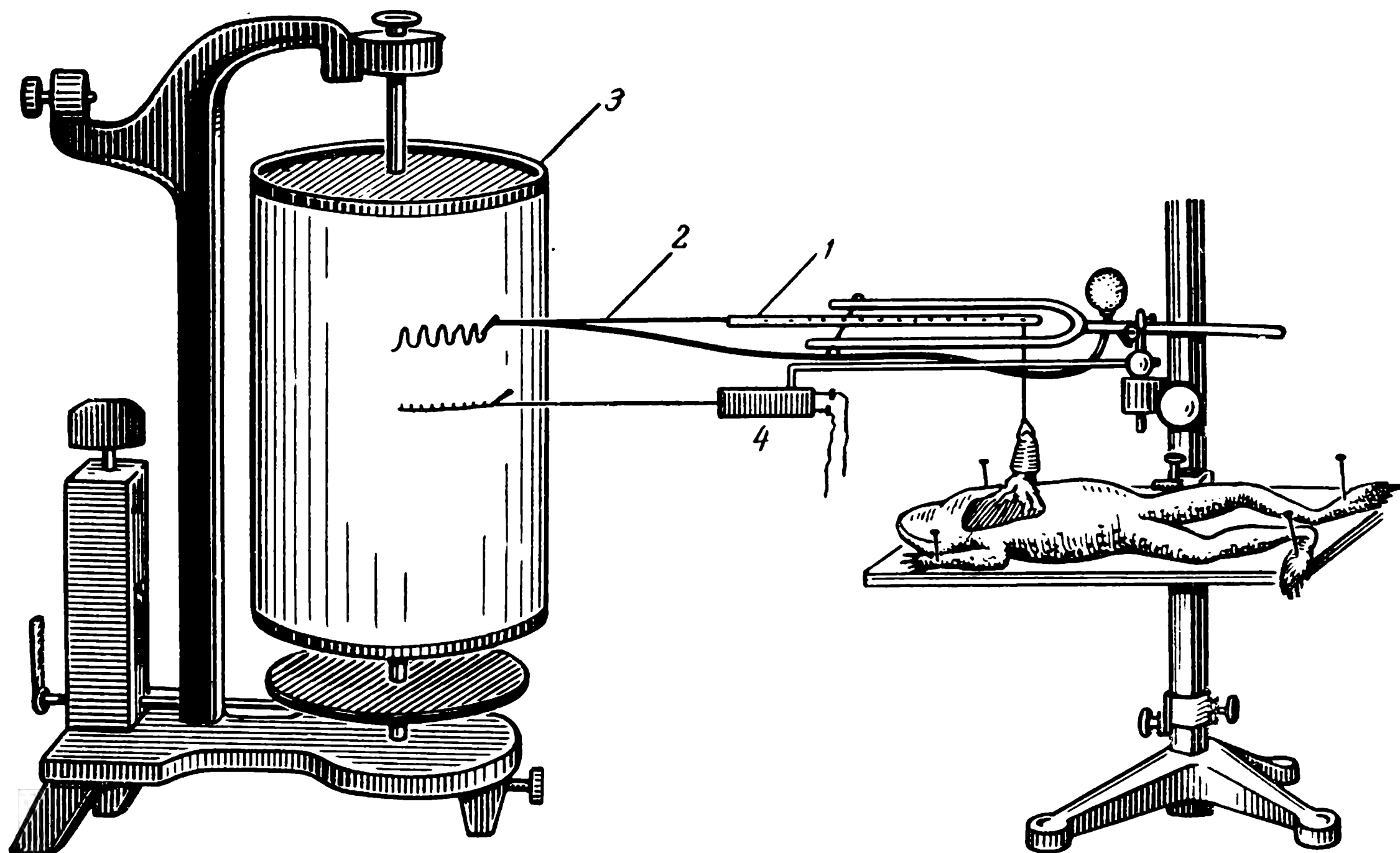
## РАБОТА 2 (16)

### ИЗУЧЕНИЕ СТЕПЕНИ АВТОМАТИИ РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛОВ СЕРДЦА ЛЯГУШКИ — ЛИГАТУРЫ СТАННИУСА (H. STANNIUS)

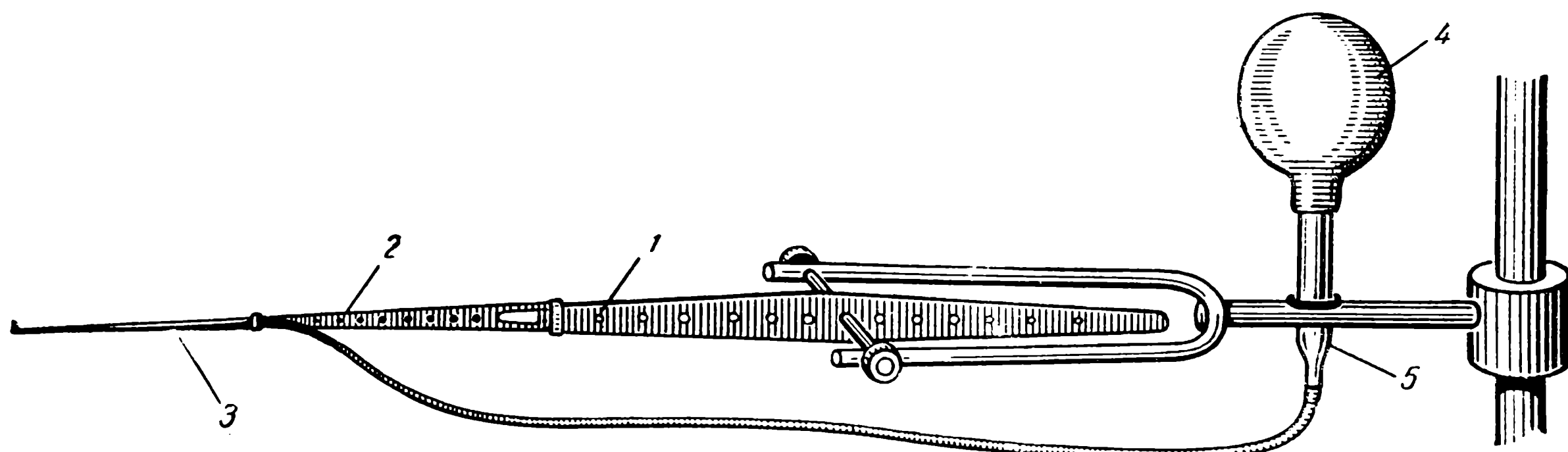
**Цель работы:** Изучить степень автоматии различных отделов сердца.

Сердечная мышца обладает способностью сокращаться без внешних воздействий под влиянием импульсов, возникающих в ней. Это





А



Б

Рис. 34. Схема установки для графической регистрации сокращений сердца лягушки.

А — общая схема сборки установки; 1 — рычажок Энгельмана; 2 — перо от электрокардиографа; 3 — кимограф; 4 — электромагнитный отметчик времени.

Б — увеличенное изображение чернильнопишущего приспособления: 1 — рычажок Энгельмана; 2 — перо от электрокардиографа; 3 — металлический капилляр; 4 — резиновая груша; 5 — стеклянный наконечник от пипетки.



Рис. 35. Запись сердечных сокращений сердца лягушки. 1 — систола предсердий; 2 — систола желудочка; 3 — период расслабления мускулатуры желудочка; 4 — общая диастола сердца (отметка времени 0,05 секунды).

свойство называется автоматией. Благодаря этому свойству сердце, отделенное от тела, сохраняет способность сокращаться. Автоматия

сердца обусловливается ритмическими возбуждениями, возникающими в атипической мышечной ткани сердца, называемой проводящей системой, по которой эти возбуждения распространяются от одного участка сердца к другому. В проводящей системе сердца лягушки различают несколько отделов, обладающих разной степенью автоматии: 1) узел Ремака, расположенный между венозным синусом и предсердиями, который обладает наибольшей степенью автоматии и является водителем ритма сердца (рис. 36, б, 11); 2) узел Биддера (12),

расположенный в межпредсердной перегородке на границе с желудочками, от которого идут в стенку желудочка волокна Пуркинье; 3) узлы Догеля, расположенные ниже предыдущего узла на отходящих от него нервных стволиках; их роль в автоматии сердца окончательно не

важной доске. Обнажают сердце (см. методику на стр. 35, работа № 1). Подсчитывают число сокращений сердца, затем подводят нитку под венозный синус и на границе между синусом и предсердиями делают перевязку (рис. 37, а, б). Ритм сокращений венозного си-

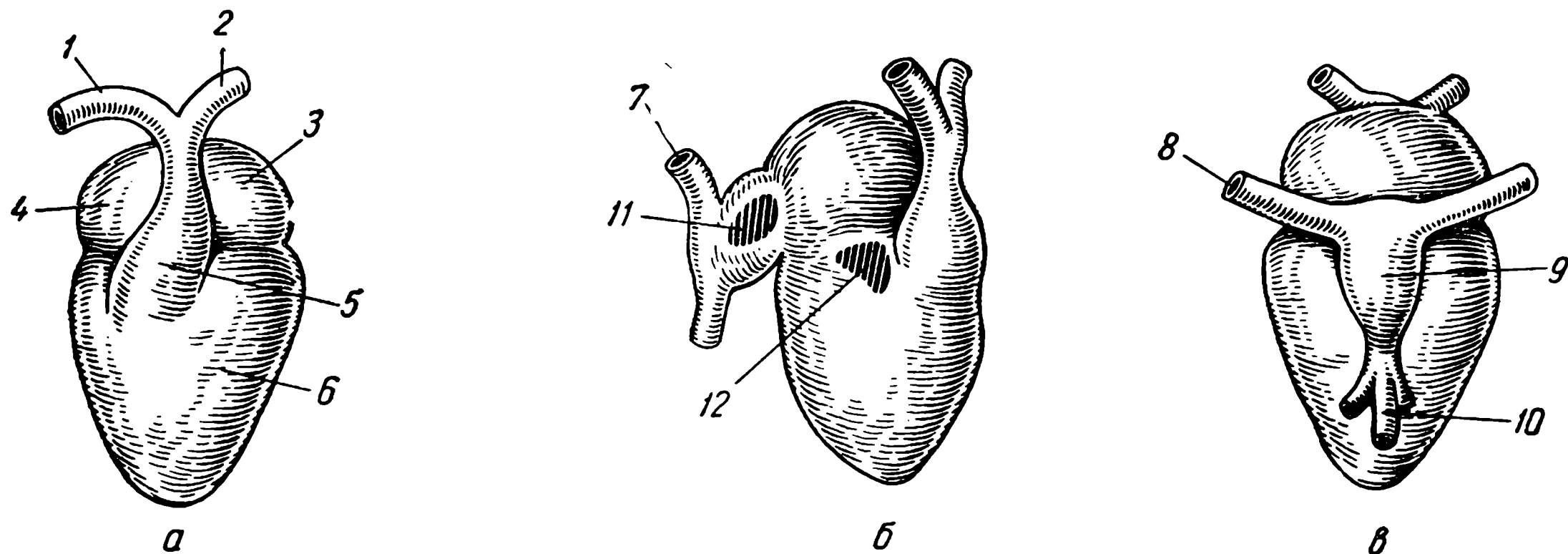


Рис. 36. Анатомическая схема сердца лягушки.

а — вид с брюшной стороны; б — вид сбоку; в — вид со спины; 1 — левая дуга аорты; 2 — правая дуга аорты; 3 — левое предсердие; 4 — правое предсердие; 5 — луковица аорты; 6 — желудочек; 7 — правая передняя полая вена; 8 — левая передняя полая вена; 9 — венозный синус; 10 — задняя полая вена; 11 — узел Ремака; 12 — узел Биддера.

изучена. Чтобы определить роль каждого узла проводящей системы и функциональные их связи, прибегают к наложению лигатур, отделяющих отделы сердца друг от друга, и по результатам опыта судят о роли расположенных в этих отделах узлов.

нуса при этом обычно не изменяется, а предсердия и желудочек останавливаются или начинают сокращаться в более редком ритме. Подсчитывают число сокращений венозного синуса и отмечают состояние предсердно-желудочкового отдела сердца.

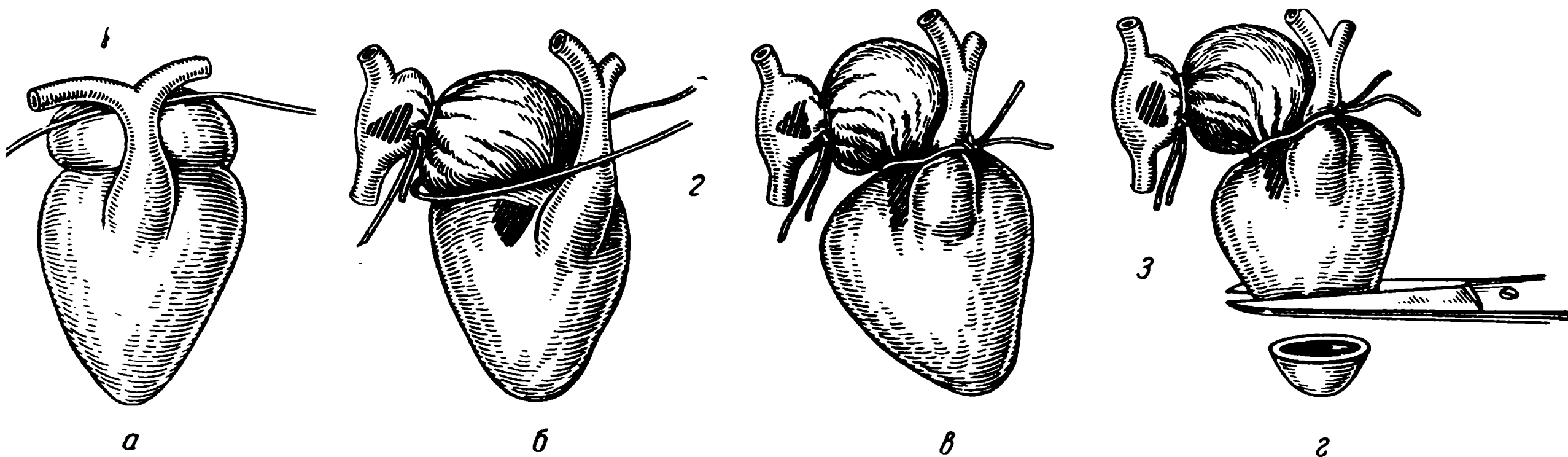


Рис. 37. Выключение отдельных узлов проводящей системы с помощью лигатур Станиуса.

а — подведение лигатуры для перевязки венозного синуса; б — венозный синус отделен лигатурой от предсердий; подведена вторая лигатура для отделения предсердий от желудочков; в — предсердия от желудочков отделены; г — отсечение верхушки сердца.

**Для работы необходимы:** препаровальный набор, лигатурный крючок, нитки, секундомер, раствор Рингера для холоднокровных, вата, лягушка.

**Проведение работы.** Обездвиживают лягушку и прикалывают брюшком вверх к препаро-

Если после наложения первой лигатуры сокращения предсердий и желудочков не восстанавливаются самостоятельно, то накладывают вторую лигатуру, которая будет раздражать узел Биддера и вызовет его автоматическую деятельность. Вторую лигатуру накладывают



на атриовентрикулярной борозде (рис. 37, б, в). Теперь сокращаться будет только желудочек или только предсердие в зависимости от того, как легка лигатура по отношению к узлу Биддера (ниже узла или выше его). Если автоматия предсердий и желудочка после наложения первой лигатуры восстановилась самостоятельно, то вторую лигатуру накладывают не по атриовентрикулярной борозде, а несколько выше

## РАБОТА 3 (17)

### БЛОК СЕРДЦА И ЭЛЕКТРОКАРДИОСТИМУЛЯЦИЯ

**Цель работы:** 1. Изучить механизм возникновения блока сердца. 2. Ознакомиться с основными принципами электрокардиостимуляции.

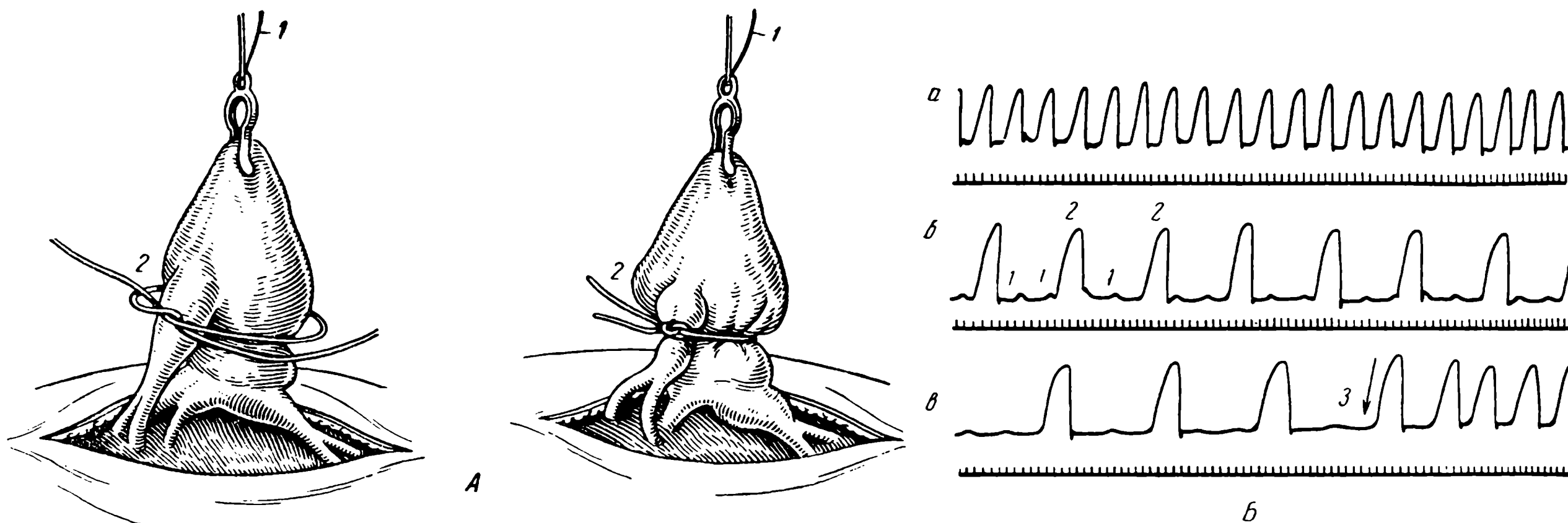


Рис. 38.

А — схема наложения лигатуры на сердце лягушки с целью получения искусственного блока сердца: 1 — тонкая проволока, соединяющая серфинку со стимулятором, 2 — лигатура. Б — кардиограмма лягушки; а — в норме; б — после искусственного поперечного блока сердца (1 — сокращение предсердий; 2 — сокращение желудочков); в — восстановление нормального сердечного цикла при электрокардиостимуляции (стрелкой обозначено начало стимуляции; отметка времени 0,05 секунды).

ее, что более наглядно покажет ведущую роль атриовентрикулярного узла. Также подсчитывают число сокращений работающих отделов сердца. Затем накладывают третью лигатуру на нижнюю треть желудочка и отмечают состояние верхушки сердца. Обычно верхушка сердца не сокращается. Для того чтобы убедиться, что способность верхушки сердца сокращаться сохранена, ее отрезают (рис. 37, г) и помещают на предметное стекло с каплей раствора Рингера. Раздражая верхушку сердца уколами иглки, отмечают ее реакцию.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Нарисуйте схему наложения лигатур на сердце лягушки. 2. Составьте таблицу изменения частоты сокращений венозного синуса, предсердий и желудочков сердца после наложения каждой лигатуры. 3. Дайте объяснение изменению частоты сокращений различных отделов сердца после наложения первой, второй и третьей лигатуры.

**Ответьте на вопросы:** 1. Где возникают и как распространяются импульсы, вызывающие ритмичное сокращение сердца? 2. Как распределяется степень автоматии в разных отделах сердца?

Блок сердца возникает при нарушении проведения возбуждения от синусного узла к нижележащим отделам сердца, что сопровождается несинхронным сокращением предсердий и желудочков; при этом желудочки сокращаются в более редком ритме. Подобные нарушения деятельности сердца наблюдаются и в клинической практике, когда у больных поражена проводящая система сердца. Для лечения этого заболевания в последнее время стали использовать приборы, генерирующие электроимпульсы заданной частоты, — электрокардиостимуляторы. Электроды электрокардиостимулятора вживляют в желудочки сердца, по которым посылают электроимпульсы, синхронные по частоте с сокращением синусного узла. Благодаря этому устанавливается нормальный ритм чередования систол предсердий и желудочков.

**Для работы необходимы:** препаровальный набор, рычажок Энгельмана с чернильнопишущим приспособлением, универсальный штатив, кимограф, стимулятор, раствор Рингера для холоднокровных, вата, лягушка.

**Проведение работы.** Обездвиживают лягушку и подготавливают ее для обычной кардио-

графии (см. описание методики на стр 35, работа № 1). Посредством тонкой проволочки (рис. 38, А, 1) серфинку, укрепленную на рычажке Энгельмана, соединяют с одной из клемм выхода стимулятора. Вторую клемму выхода соединяют с любой лапкой лягушки посредством металлической манжетки. После записи исходной кардиограммы накладывают лигатуру между предсердиями и желудочком; лигатура будет препятствовать прохождению импульсов от синусного узла к желудочку (рис. 38, А, 2). После наложения лигатуры желудочек обычно начинает сокращаться реже, чем предсердия (рис. 38, Б, б). Записывают сокращения сердца в этих условиях. Подсчитывают число сокращений предсердий в минуту. Переключают диапазон частоты стимулятора на цифру, соответствующую числу сокращений предсердий. Включают стимулятор и производят запись сокращений сердца в период электрокардиостимуляции (рис. 38, Б, в). При этом сила тока должна быть пороговой.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Нарисуйте схему опыта. 2. Вырежьте и вклейте кардиограмму, записанную до наложения лигатуры, после ее наложения и в период электрокардиостимуляции.

**Ответьте на вопросы:** 1. Что такое блок сердца? 2. С какой частотой необходимо производить электрокардиостимуляцию, чтобы получить при блоке сердца восстановление нормального чередования фаз сердечного цикла?

#### РАБОТА 4 (18) ОСОБЕННОСТИ ВОЗБУДИМОСТИ СЕРДЦА И ЭКСТРАСИСТОЛА

**Цель работы:** Познакомиться с одним из важнейших свойств сердечной мышцы — возбудимостью.

Во время сокращений в мышце сердца наблюдаются фазовые изменения возбудимости. На рис. 39, б дано схематическое изображение фаз возбудимости. Сразу после начала возбуждения (1) сердечная мышца полностью теряет возбудимость (абсолютная рефрактерная фаза). Вслед за этой фазой возбудимость постепенно восстанавливается, но все время остается ниже нормальной — относительная рефрактерная фаза (2). После относительной рефрактерной фазы наступает кратковременная фаза повышенной возбудимости мышцы сердца (3), а затем ее возбудимость возвращается к исходному уровню (4).

Благодаря относительно большой продолжительности абсолютной рефрактерной фазы,

на частые прерывистые раздражения сердце отвечает ритмическими сокращениями и не переходит в состояние тетануса — длительного укорочения. Если нанести внеочередное раз-

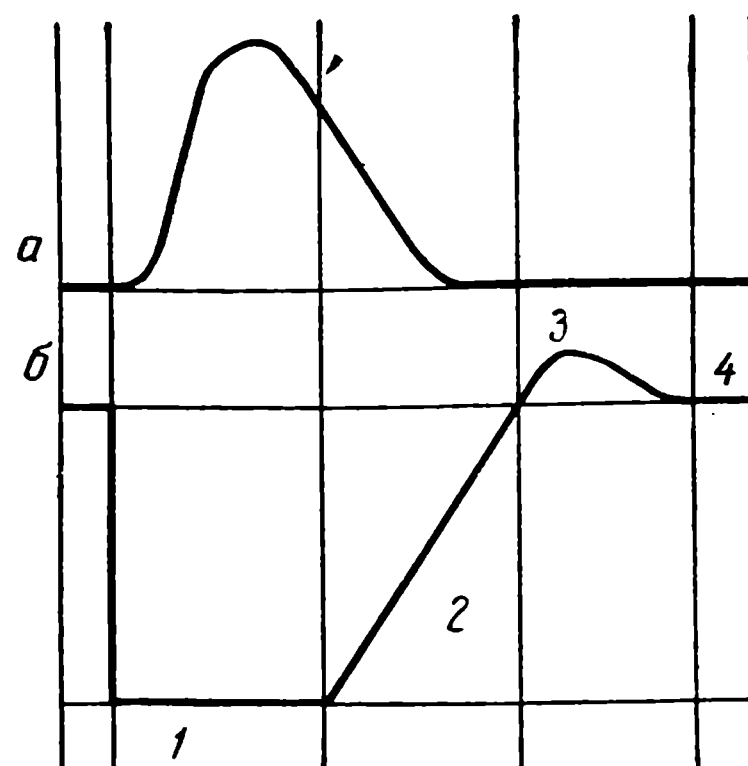


Рис. 39. Фазовые изменения возбудимости сердца.

Схематическое изображение одиночного сердечного цикла (а) и изменения возбудимости сердечной мышцы (б).

дражение в период относительной рефрактерной фазы, мышца сердца может ответить внеочередными сокращениями, которые принято

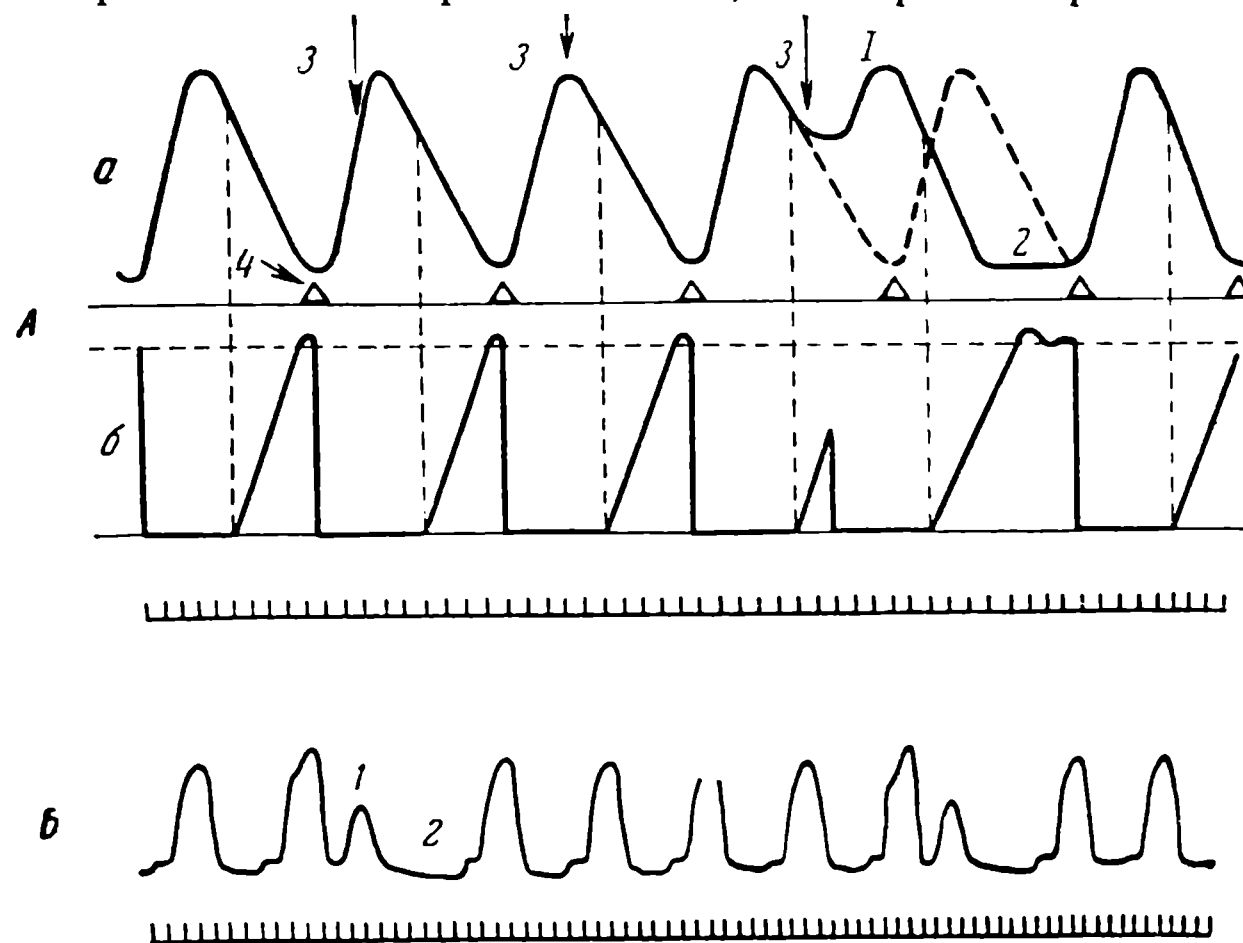


Рис. 40. А — схема, поясняющая механизм возникновения экстрасистолы и компенсаторной паузы: а — кривая сокращения сердца; б — кривая фазовых изменений возбудимости; 1 — экстрасистола; 2 — компенсаторная пауза; 3 — искусственные раздражения, наносимые в разные фазы деятельности сердца; 4 — импульсы, исходящие из синусного узла. Б — кривая сокращения сердца лягушки при экстрасистоле (отметка времени 0,05 секунды).

называть экстрасистолой. После экстрасистолы желудочка удлиняется время его диастолы (компенсаторная пауза) (рис. 40, Б, 2). Механизм возникновения компенсаторной паузы



следующий: очередной импульс, зародившийся в синусном узле, приходит в желудочек тогда, когда он находится в абсолютной рефрактерной фазе в результате экстрасистолы и поэтому не отвечает на этот импульс. На рис. 40, А дана схема, поясняющая возникновение экстрасистолы и компенсаторной паузы.

**Для работы необходимы:** препаровальный набор, кимограф, универсальный штатив, препаровальная доска, рычажок Энгельмана, стимулятор, электроды, раствор Рингера для холоднокровных, пипетка, вата, лягушка.

**Проведение работы.** Обездвиживают лягушку и подготавливают ее для кардиографии (см. описание методики на стр. 35, работа № 1). Присоединяют электроды стимулятора к основанию желудочка сердца. Записывают исходные сокращения сердца. Убедившись, что запись идет хорошо, нажимая кнопку «раздражение», подбирают оптимальное напряжение тока. Ведя запись сокращений сердца, одновременно наносят одиночные раздражения в следующие фазы сердечного цикла: в середине сокращения желудочка, на высоте сокращения желудочка, в середине его расслабления и в период диастолы.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Нарисуйте схему опыта. 2. Вклейте в тетрадь полученную кардиограмму. 3. Отметьте на кардиограмме экстрасистолу и компенсаторную паузу.

**Ответьте на вопросы:** 1. Что такое относительная и абсолютная рефрактерные фазы сердца? 2. Какое значение имеет рефрактерный период для функций сердца? 3. Что такое экстрасистола и компенсаторная пауза?

---

#### РАБОТА 5 (19)

#### РЕГИСТРАЦИЯ ДАВЛЕНИЯ В ПОЛОСТЯХ СЕРДЦА

---

**Цель работы:** Изучить изменение давления в полостях сердца в разные фазы сердечного цикла.

Движение крови по сосудистой системе осуществляется благодаря сокращению мускулатуры сердца, что приводит к повышению давления находящейся в его полостях крови и выбрасыванию ее в направлении, где давление ниже и клапаны допускают ее отток.

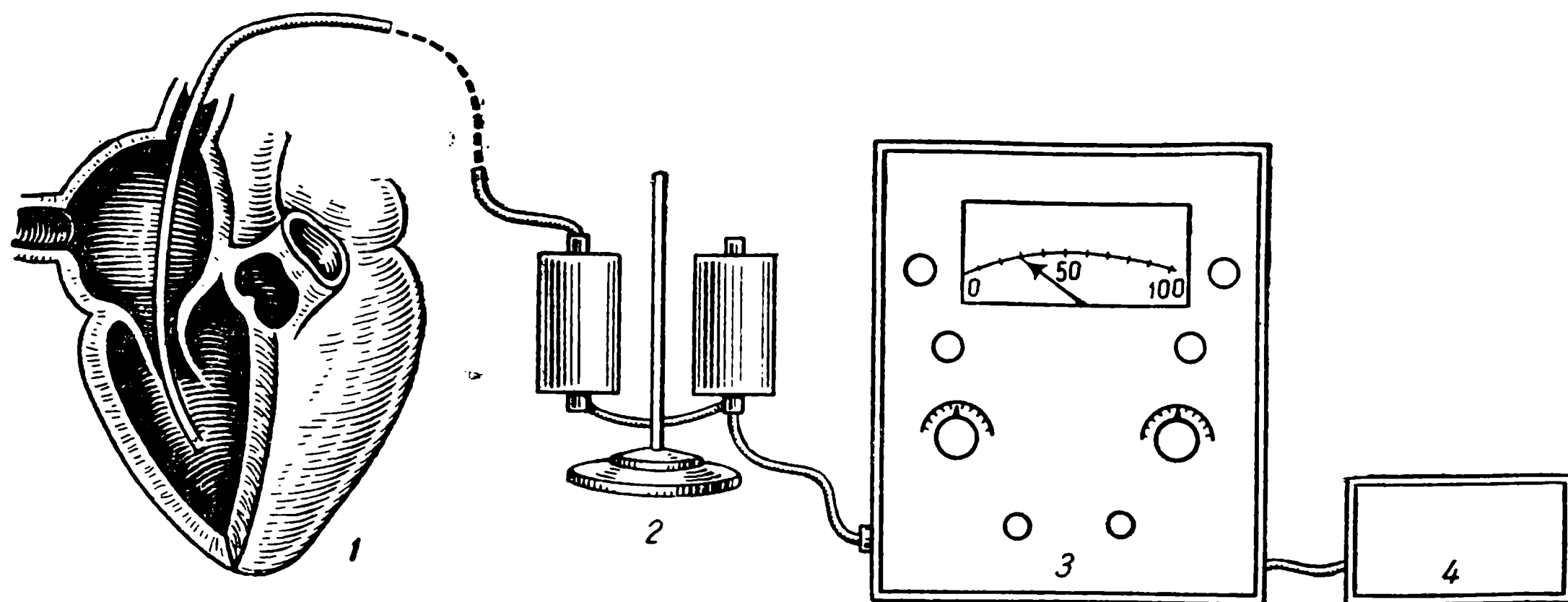
У человека во время систолы предсердий давление в них повышается до 5—9 мм рт. ст., это обуславливает переход крови из предсердий в желудочки. В период систолы желудочков давление в их полостях быстро повышается, достигая 20—30 мм рт. ст. в правом и 120—140 мм рт. ст. в левом желудочке. В фазу

диастолы сердца давление в его полостях резко падает, приближаясь к 0.

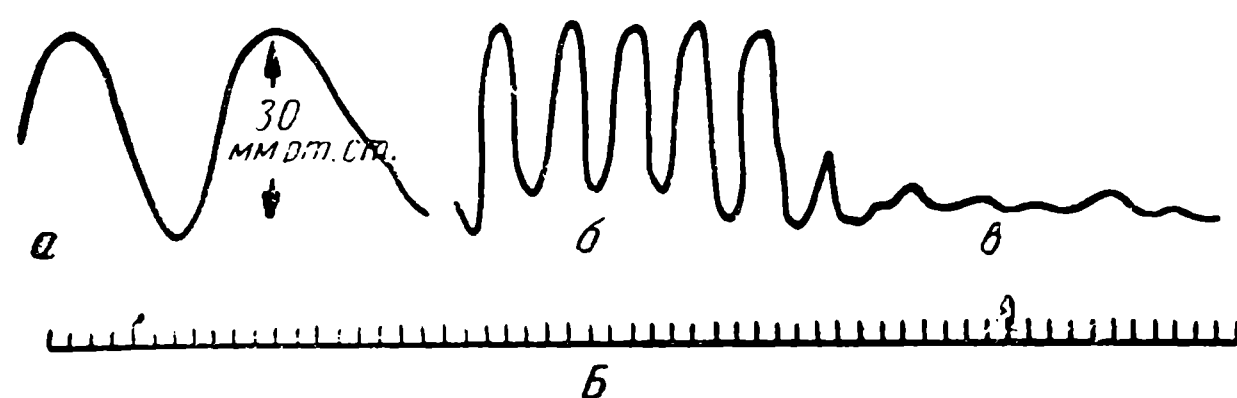
**Для работы необходимы:** хирургический набор, набор пластмассовых сосудистых зондов, электронный измеритель давлений ЭИД-1, электрокардиограф ЭКПСЧ-3, наркотическое вещество длительного действия (нембутал, уретан), собака, кошка или кролик.

**Проведение работы.** Собирают установку, как показано на рис. 41, А. Наркотизируют животное путем парентерального введения уретана в дозе 400 мг на 1 кг веса животного или нембутала в дозе 60 мг/кг. Фиксируют животное и выстригают шерсть на передней поверхности шеи. Через срединный разрез шеи отпрепаровывают внутреннюю яремную вену, подводят под нее лигатуру и перевязывают сосуд. Надрезают стенку вены и в разрез вставляют зонд, предварительно заполненный физиологическим раствором с антикоагулянтом (гепарин). Подсоединив свободный конец зонда к датчику (2) ЭИД-1 и открыв кран датчика, настраивают прибор (инструкцию по настройке прибора см. работу 9 (37), стр. 87—88). Включают ЭИД-1 и электрокардиограф в сеть и устанавливают необходимый режим работы. Медленно вводя зонд в просвет вены, непрерывно регистрируют давление. По достижении зондом полости правого предсердия регистрируют характерные кривые колебания давления (рис. 41, Б, в). При продвижении зонда дальше будут регистрироваться колебания давления в полости правого желудочка (рис. 41, Б, б), которые имеют амплитуду, в несколько раз превышающую амплитуду давления в предсердии. Часто зонд не проходит в желудочек из-за непрямолинейного пути в него. Тогда необходимо, поворачивая зонд относительно продольной оси многократными движениями вперед, попытаться продвинуть его в полость желудочка. Для расчета высоты давления в миллиметрах ртутного столба нужно откалибровать степень усиления прибора. Для этой цели, не меняя положения ручек усилителя ЭИД-1 и электрокардиографа, подсоединяют один из стандартных ртутных сфигмоманометров к датчику давления. Затем производят нулевую запись на электрокардиографе, т. е. запись при отсутствии давления в датчике ЭИД-1. После этого, сдавливая грушу, медленно повышают давление в системе сфигмоманометра и отмечают на кривой записи давления нарастание его через каждые 10 мм. рт. ст. При сравнении кривой, полученной при калибровке прибора (а), с кривой давления в полостях сердца можно рассчитать амплитуду давления в полостях сердца в миллиметрах ртутного столба.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте схему опыта. 2. Вклейте в тетрадь полученные кривые давления в полостях сердца и калибровки прибора. 3. Рассчитайте в миллиметрах ртутного столба величину давления в исследуемых полостях сердца.



А



**Рис. 41.** Регистрация давления в полостях сердца.

А — схема опыта: 1 — зонд в полости правого желудочка; 2 — датчик давления; 3 — ЭИД-1; 4 — электрокардиограф. Б — кривая изменения давления в полостях правого сердца: а — калибровочная кривая; б — давление в желудочке; в — давление в предсердии (отметка времени 0,2 сек.)

**Ответьте на вопросы:** 1. Какова величина давления крови в полостях сердца в разные фазы сердечного цикла? 2. Чем обуславливается движение крови в полостях сердца в одном направлении? 3. Как изменится давление в легочной артерии подопытного животного, если искусственно создать сообщение между аортой и легочной артерией?

#### РАБОТА 6 (20) ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

**Цель работы:** Ознакомиться с принципами и техникой электрокардиографии.

Электрокардиография — метод регистрации электрических явлений, возникающих в сердце во время сердечного цикла. Установлено, что возбужденный участок живой ткани становится электроотрицательным по отношению к невозбужденному. Таким образом, сердце в процессе своей деятельности является источником электрических токов, распространяющихся по телу в различные его участки, которые

в течение сердечного цикла меняют потенциал относительно друг друга. Отражением электрических явлений, происходящих в сердце, является характерная кривая — электрокардиограмма, которая обычно состоит из трех направленных вверх положительных зубцов — *P*, *R* и *T* и двух направленных вниз отрицательных зубцов — *Q* и *S* (рис. 42). Зубец *P* — предсердный комплекс электрокардиограммы; он является алгебраической суммой потенциалов, возникающих в правом и левом предсердии при их возбуждении, причем потенциал правого предсердия положительный, левого — отрицательный. *Q*, *R*, *ST* — желудочковые потенциалы; они отражают процессы возбуждения желудочков.

Продолжительность и амплитуда (вольтаж) отдельных интервалов и комплексов электрокардиограммы характеризуют два основных физиологических свойства сердца: возбудимость и проводимость. При электрокардиографии используется метод как двухполюсных, так и однополюсных отведений (рис. 43).

Наиболее распространены следующие отведения: 1) стандартные, или классические, 2) грудные, 3) однополюсные отведения от конечностей.

При стандартных отведениях разность потенциалов между правой и левой рукой, регистрируемая электрокардиографом, называется I отведением, между правой рукой и левой



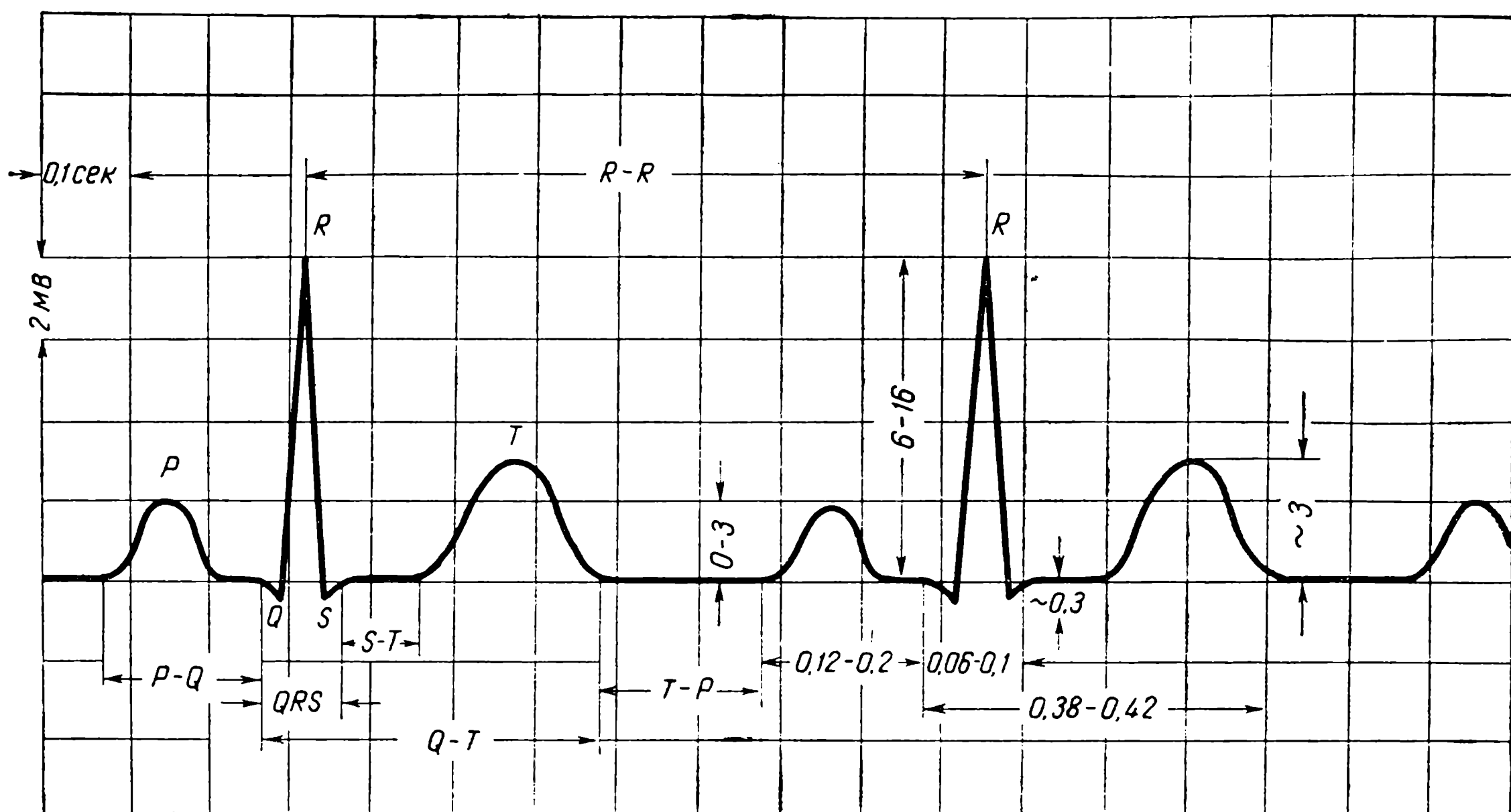


Рис. 42. Схематическое изображение нормальной электрокардиограммы (пояснения в тексте).

ногой — II отведением, между левой рукой и левой ногой — III отведением.

При грудных двухполюсных отведениях один электрод накладывают на определенные (стандартные) точки грудной клетки, а другой — помещают на отдаленном от сердца участке тела, обычно на одной из конечностей. Для установки грудного электрода предложено 6 позиций (рис. 43, е): 1 — правый край грудины в четвертом межреберье; 2 — левый край грудины в четвертом межреберье; 3 — посередине между левым краем грудины и среднеключичной линией в пятом межреберье; 4 — по среднеключичной линии в пятом межреберье; 5 — по передней подмышечной линии в пятом межреберье; 6 — по средней подмышечной линии в пятом межреберье. Эти отведения обозначаются  $C_1$ ,  $C_2$  и т. д., так как электрод, наложенный на грудь, принято обозначать буквой  $C$  (Chest — грудь).

При грудных однополюсных отведениях (рис. 43, д) активный электрод накладывают на шечной линии в пятом межреберье. Эти отведения обозначаются  $C_1$ ,  $C_2$  и т. д., так как электрода, наложенных на правую и левую руки и левую ногу. Индифферентный электрод подключается через сопротивление 5000 ом. Такие отведения обозначаются  $V_1$ ,  $V_2$  и т. д. При однополюсном отведении от конечностей (рис. 43, б, в, г) активный электрод накладывают на конечность, от которой необходимо отвести потенциал, а индифферентным служат два объединенных электрода, накладываемых на другие конечности. Последний можно под-

ключить через сопротивление 5000 ом или без него.

Принято обозначать электроды, наложенные на левую руку —  $L$  (Left — левый), на правую руку —  $R$  (Right — правый) и на левую ногу —  $F$  (Foot — нога). Отсюда отведения по данному способу, в зависимости от положения активного электрода, обозначаются  $avL$ ,  $avR$  и  $avF$ .

Для работы необходимы: электрокардиограф типа ЭКПСЧ-3, электроды, марля или фильтровальная бумага, 10% раствор хлористого натрия.

**Проведение работы.** Для подготовки электрокардиографа (рис. 44, А) к работе необходимо: 1) тщательно заземлить прибор; 2) установить на каналах (9, 10) полосу пропускания высоких частот; 3) установить переключатели грубого усиления (5, 6) на «большие синусоиды»; 4) включить прибор в сеть и установить тумблер 1 в положение «ВКЛ»; 5) после 15-минутного прогрева электрокардиографа установить ручками (11, 12) стрелки приборов (13 и 14) в нулевое положение, поворачивая регуляторы (7, 8), отрегулировать усиление таким образом, чтобы при нажатии кнопки калибратора (16) писчики отклонялись на 1 см (это будет соответствовать амплитуде 1 мВ).

После подготовки прибора испытуемого укладывают на кушетку и накладывают электроды. Для лучшего контакта между кожей и электродами помещают прокладки из марли или фильтровальной бумаги, смоченные в

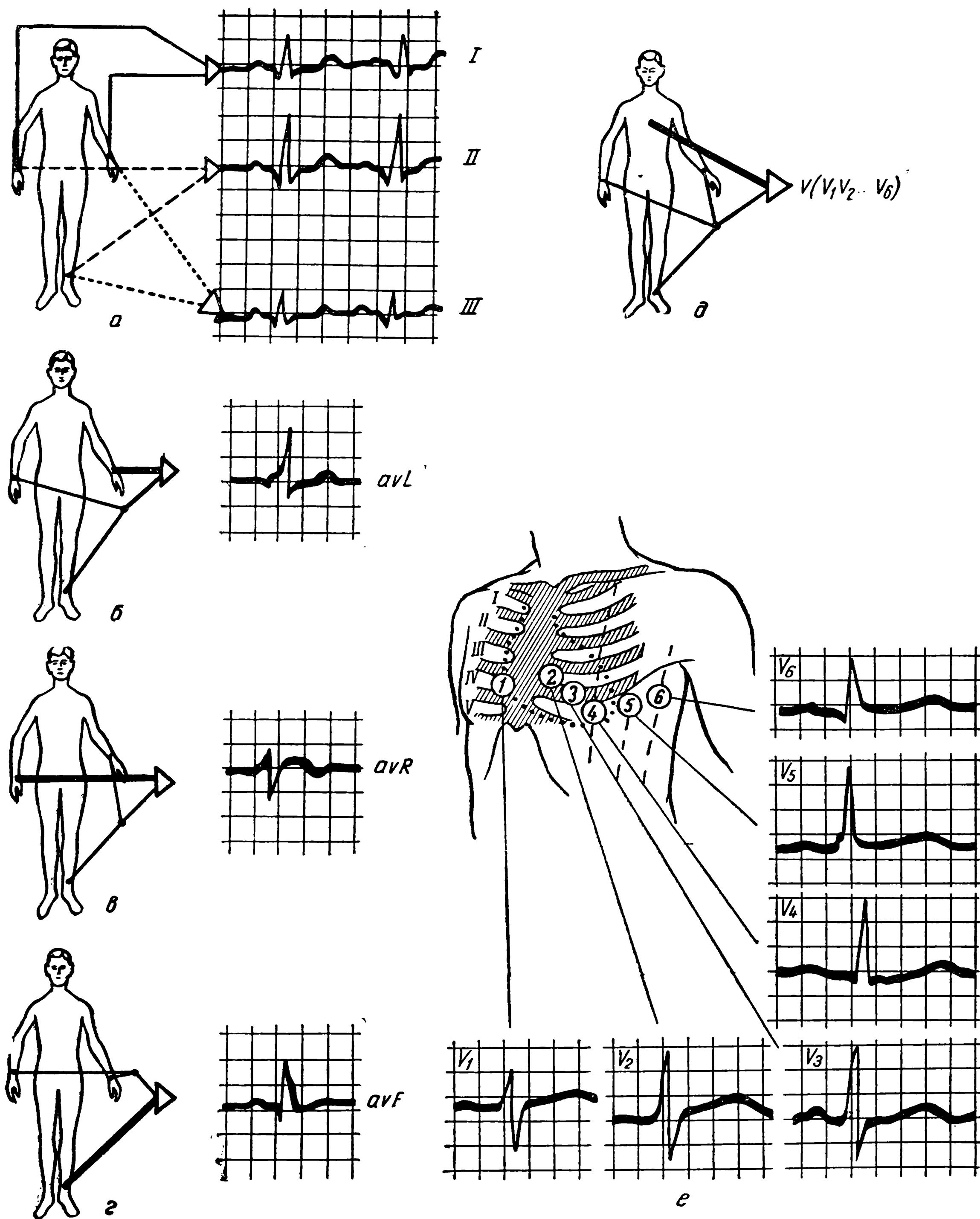


Рис. 43. Электрокардиография. Схема наложения электродов при: *a* — стандартных отведениях; *б, в, г* — однополюсных отведениях от конечностей; *д* — однополюсных грудных; *е* — точки наложения электродов на грудную клетку при грудных отведениях.



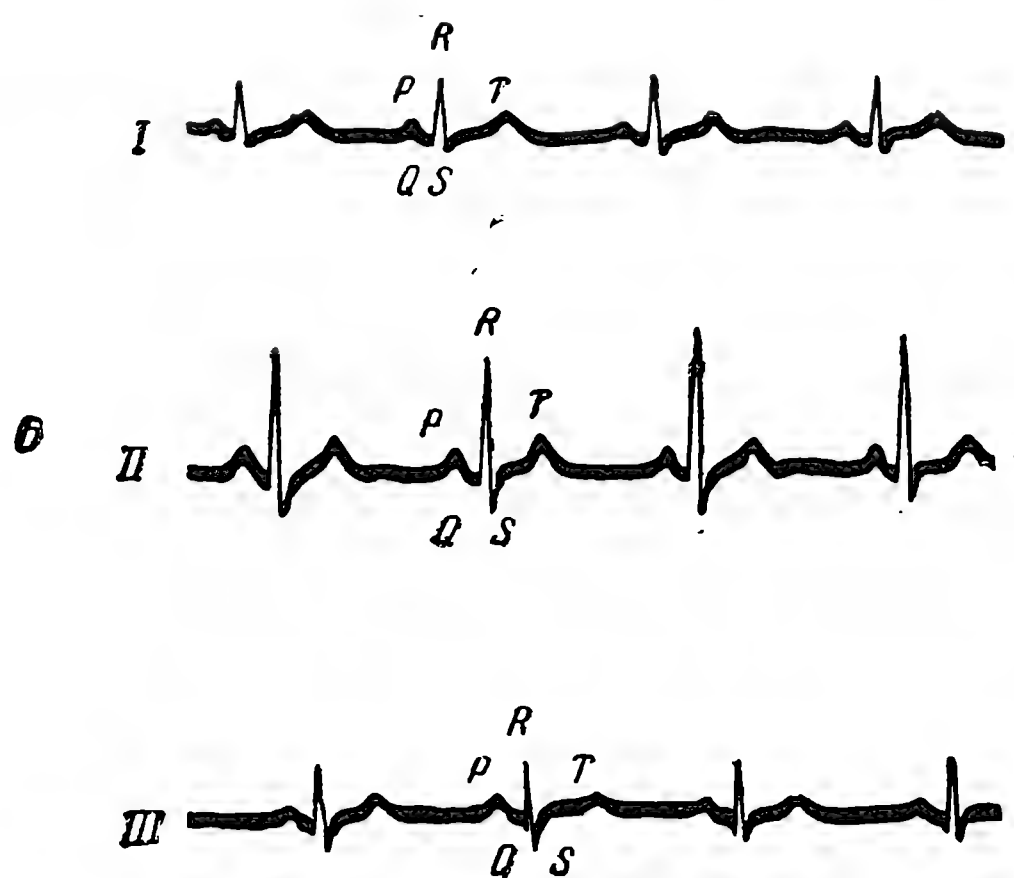
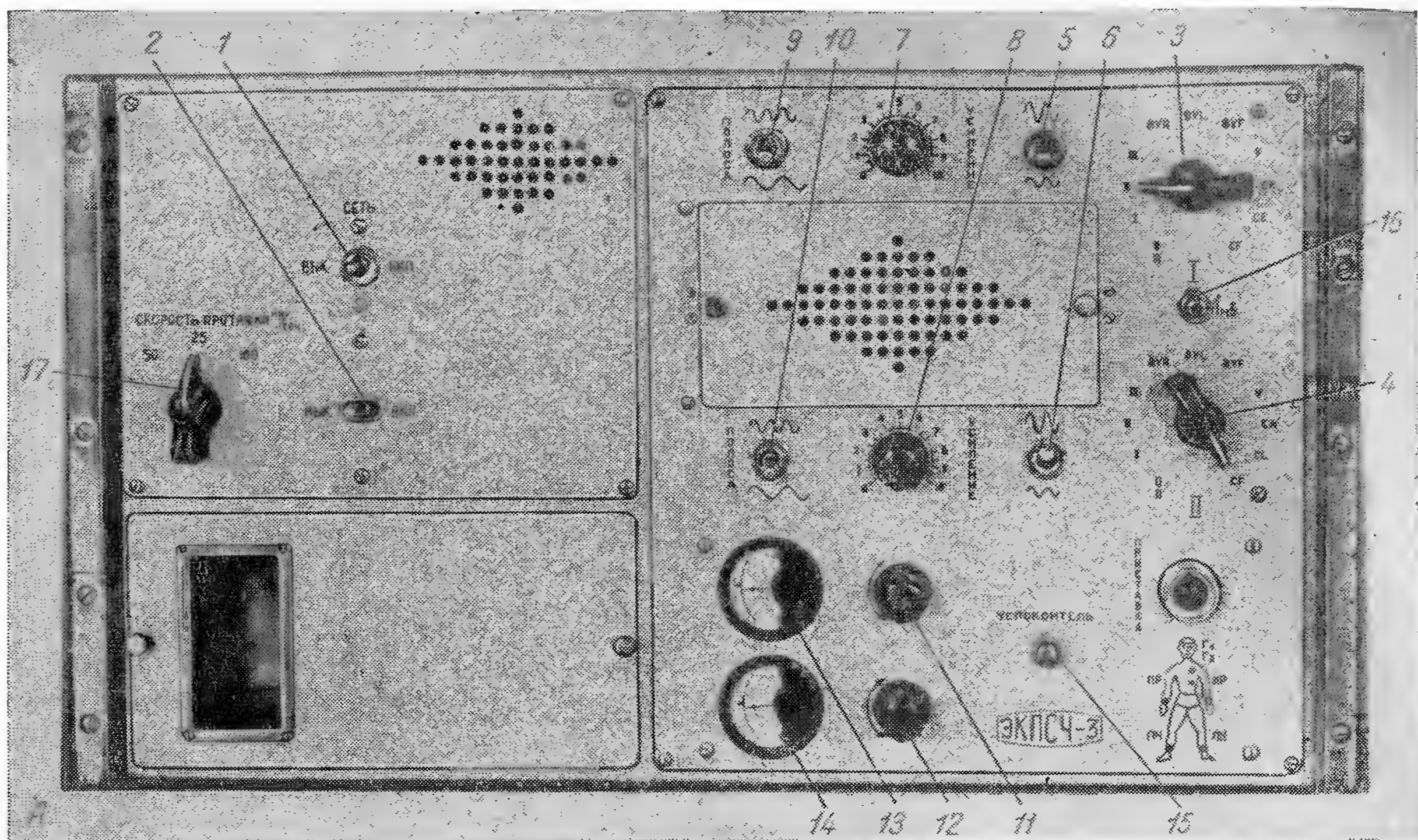


Рис. 44. А — передняя панель двухканального электрокардиографа с чернильной записью (ЭКПСЧ-3, модель 047); Б — три стандартных отведения электрокардиограммы человека (пояснения в тексте).

5—10% растворе поваренной соли и слегка отжатые. Перед наложением грудного электрода предварительно сжимают резиновый баллон и, приложив чашечки электродов к телу, отпускают его. Необходимо помнить, что неплотное прилегание электродов к коже может явиться причиной помех (наводок). После наложения электродов к ним подключают разноцветные штепсели «проводов пациента» в следующем порядке: красный — на правую руку, желтый — на левую руку, зеленый — на ле-

вую ногу, черный — на грудь (для первого канала), синий — на грудь (для второго канала), коричневый — на правую ногу (заземление). Фишку «кабеля пациента» вставляют в гнездо с надписью «пациент». Устанавливают коммутаторы (3 и 4) на нужные отведения. После этого включают тумблер 2 электродвигателя лентопротяжного механизма и производят запись (рис. 44, Б).

Амплитуда зубцов грудных отведений обычно в 2—3 раза превышает амплитуду зубцов стандартных отведений. При записи грудных отведений рекомендуется уменьшить масштаб записи в 2 раза, установив переключатель грубого усиления (5, 6) на меньшие синусоиды.

Следует помнить, что при установке рычага скорости лентопротяжного механизма (17) на отметку шкалы «25 мм/сек», каждый миллиметр электрокардиографической бумаги будет соответствовать 0,04 секунды, «50 мм/сек» — 0,02 секунды, «100 мм/сек» — 0,01 секунды.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Полученные электрокардиограммы вклеить в протокол работы. 2. Отметить каждое отведение общепринятыми обозначениями (например,  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  и т. д.). 3. Отметить зубцы и интервалы электрокардиограммы соответствующими буквами. 4. Обозначить на электрокардиограмме предсердный и желудочковый комплексы.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какие свойства сердца отражает электрокардиограмма? 2. Ка-

ков механизм генеза отдельных зубцов и интервалов электрокардиограммы? 3. Чему равна частота пульса испытуемого, если среднее расстояние между зубцами  $R$  в соседних комплексах электрокардиограммы равно 0,75 секунды?

---

#### РАБОТА 7 (21)

#### ТЕЛЕЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ

---

**Цель работы:** Ознакомиться с основными принципами и техникой электрокардиографии на расстоянии.

Дистанционное наблюдение за функцией сердца используется для постоянного контроля за тяжелобольными, для изучения реакций на физические нагрузки в спорте, для контроля за оператором (летчиками, космонавтами) при взаимодействии с различными системами управления. Этот метод позволяет также вести наблюдения за физиологическими функциями человека и животных, находящихся в естественных условиях, в период разнообразной деятельности. Принцип телеэлектрокардиографии состоит в том, что биоэлектрические потенциалы сердца усиливаются до 100—200 мВ портативным усилителем, укрепленным на испытуемом, модулируются по частоте и амплитуде и излучаются передающей антенной. Устройство, настроенное на частоту передающей антенны, принимает сигналы, выделяет нужную частоту ( $\sim 13$  Гц), усиливает сигналы и подает на зеркальный гальванометр. Показания зеркального гальванометра регистрируются на движущейся фотопленке. Блок-схема передающего и принимающего устройства, телеэлектрокардиографа изображена на рис. 46.

**Для работы необходимы:** телеэлектрокардиограф ТЭК-1, эфир, электрокардиографическая паста, клеол.

**Проведение работы.** Подготавливают аппаратуру к работе, руководствуясь прилагаемым к приборам описанием. Укрепляют передающее устройство на испытуемом (рис. 45, А). Для качественной записи телеэлектрокардиограммы используют двухполюсные грудные отведения. Для этого один электрод укрепляют на грудной клетке испытуемого в области верхушки сердца, другой — в области основания сердца. Места наложения электродов и сами электроды протирают эфиром и электрокардиографической пастой. Электроды на грудную клетку испытуемого наклеивают клеолом. Проверяют настройку принимающего устройства (рис. 45, Б) и приступают к регистрации телеэлектрокардиограммы в покое и

при физической нагрузке (бег, приседание и т. д.).

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Полученные телеэлектрокардиограммы в покое и при физической нагрузке проявите и вклейте в тетрадь. 2. Отметьте изменения телеэлектрокардиограммы при физической нагрузке.

**Ответьте на вопрос:** Какие преимущества имеет телеэлектрокардиография перед обычной электрокардиографией?

---

#### РАБОТА 8 (22)

#### ВЕКТОРКАРДИОСКОПИЯ

---

**Цель работы:** Овладеть методикой векторкардиоскопии. Изучить векторкардиограмму при различных отведениях.

Распространение возбуждения по сердцу сопровождается распространением биотока в окружающие ткани. Этот объемный ток создает на поверхности тела свою разность потенциалов, величина и направление которых определяются пространственными взаимоотношениями возбужденных и невозбужденных участков сердечной мышцы. С помощью векторкардиоскопии можно наблюдать, как в течение сердечного цикла изменяются величина и направление равнодействующих всего электрического поля сердца в проекции на плоскость данных отведений.

При векторкардиоскопии используют несколько систем отведений (по И. Т. Акулиничеву, по Д. Гришману и др.). Наиболее распространена следующая система проекций (рис. 47):

I проекция — фронтальная. Отведения: правая рука — пятая грудная точка  $C_5$  (по вертикали) и левая рука — область мечевидного отростка (по горизонтали). Эта проекция отображает динамику электрического поля сердца в направлении верхушка — основание, а также правого и левого желудочков. Обзор ведется со стороны передней поверхности грудной клетки (точнее со стороны  $C_2$ ).

II проекция — сагиттальная. Отведения: правая рука — пятая грудная точка  $C_5$  (по вертикали), спина — вторая грудная точка  $C_2$  (по горизонтали). Эта проекция отображает динамику электрического поля сердца в направлении верхушки — основания, а также передней и задней стенок левого желудочка. Обзор ведется со стороны левого плеча.

III проекция — горизонтальная. Отведения: вторая грудная точка —  $C_2$  — спина (по горизонтали), область мечевидного отростка — левая рука (по вертикали). Эта проекция векторкардиограммы отображает динамику



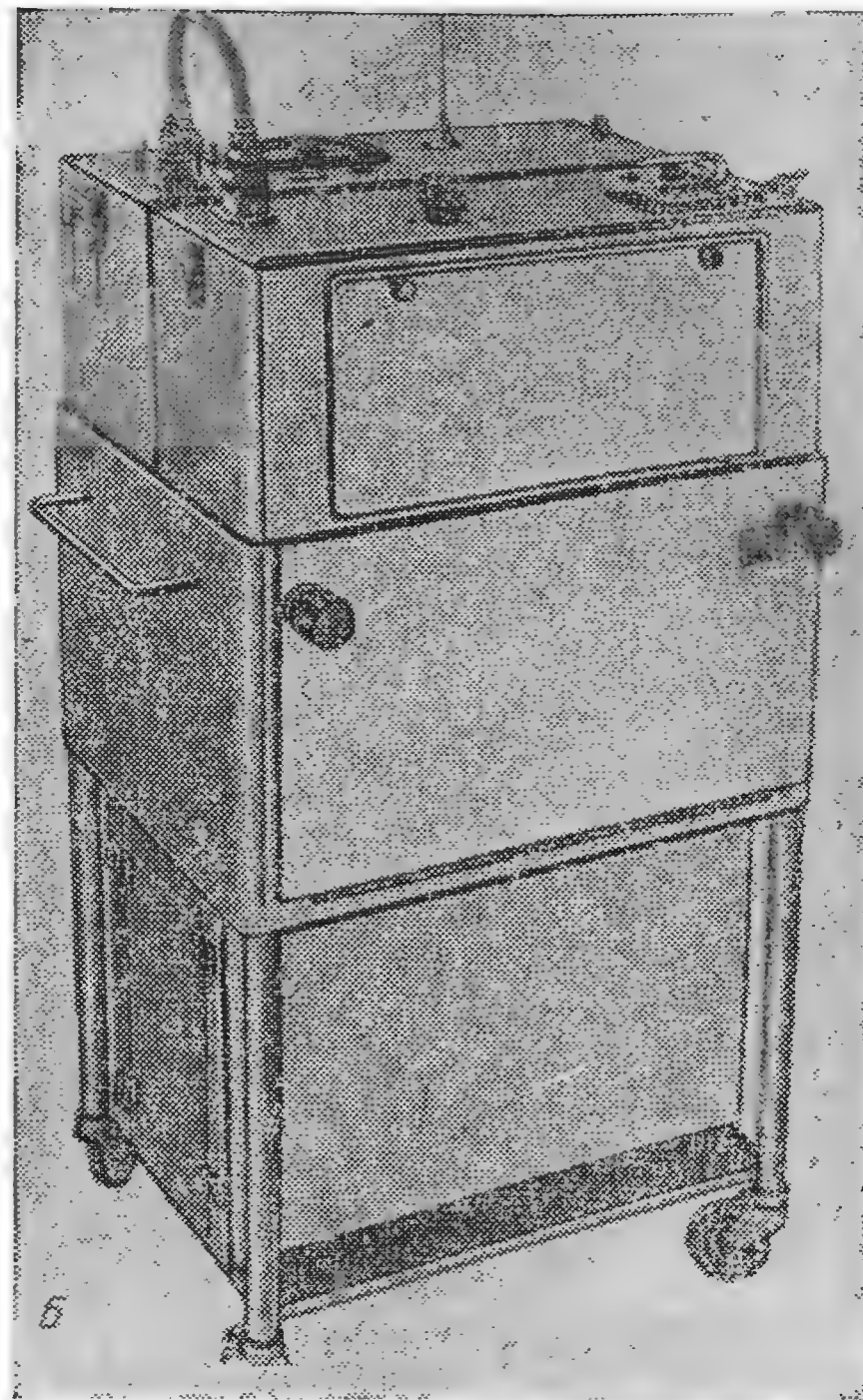


Рис. 45. Телеэлектрокардиограф.  
 А — передающее устройство; Б — приемо- регистрирующее устройство.

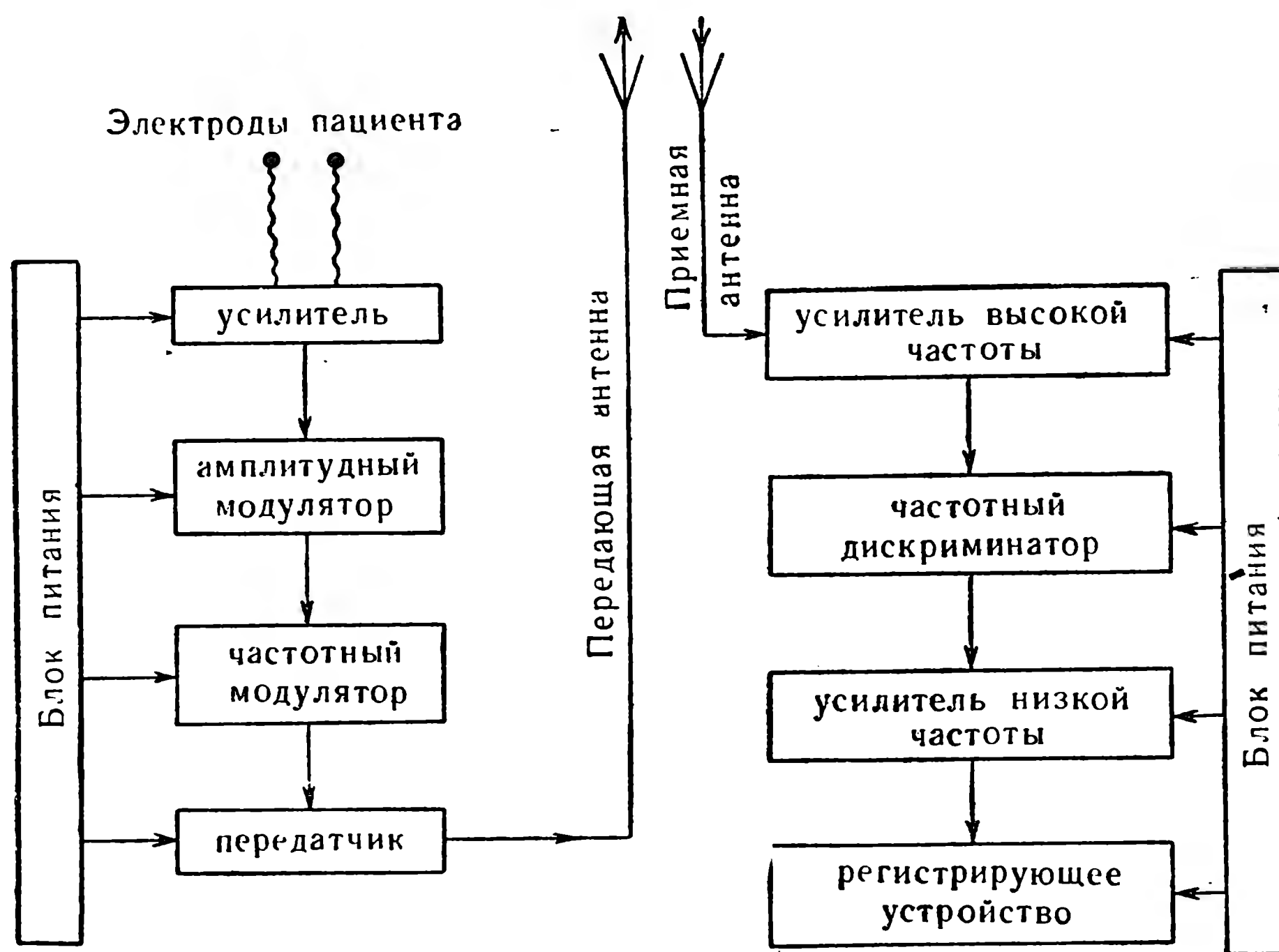


Рис. 46. Блок-схема телеэлектрокардиографа.

электрического поля сердца в направлении передняя — задняя стенка, а также правого и левого желудочков. Обзор ведется со стороны пятой грудной точки  $C_5$ . Векторкардиограмма

**Проведение работы.** Векторэлектрокардиоскоп (рис. 48, А) представляет собой электронный осцилоскоп, предназначенный для визуального наблюдения электрической ак-

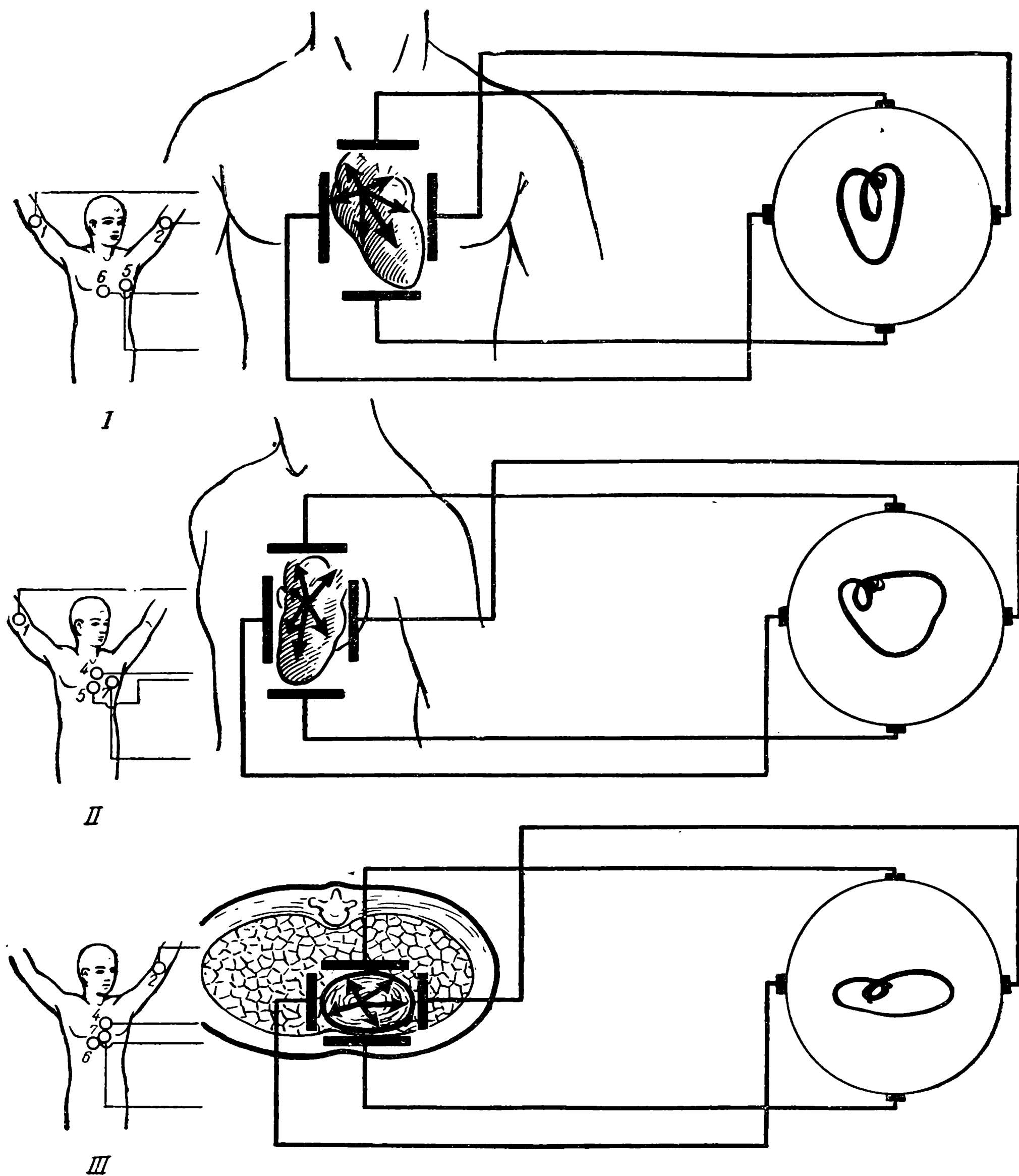


Рис. 47. Схема отведений при векторкардиографии и характер получаемых при этом кривых (пояснения в тексте).

обычно состоит из трех петель, соответствующих зубцам  $P$ ,  $T$  и комплексу  $QRS$  электрокардиограммы (рис. 48, Б).

Для работы необходимы: векторэлектрокардиоскоп, ВЭКС-1П, прокладки из байки или фильтровальной бумаги, 5—10% раствор  $NaCl$ .

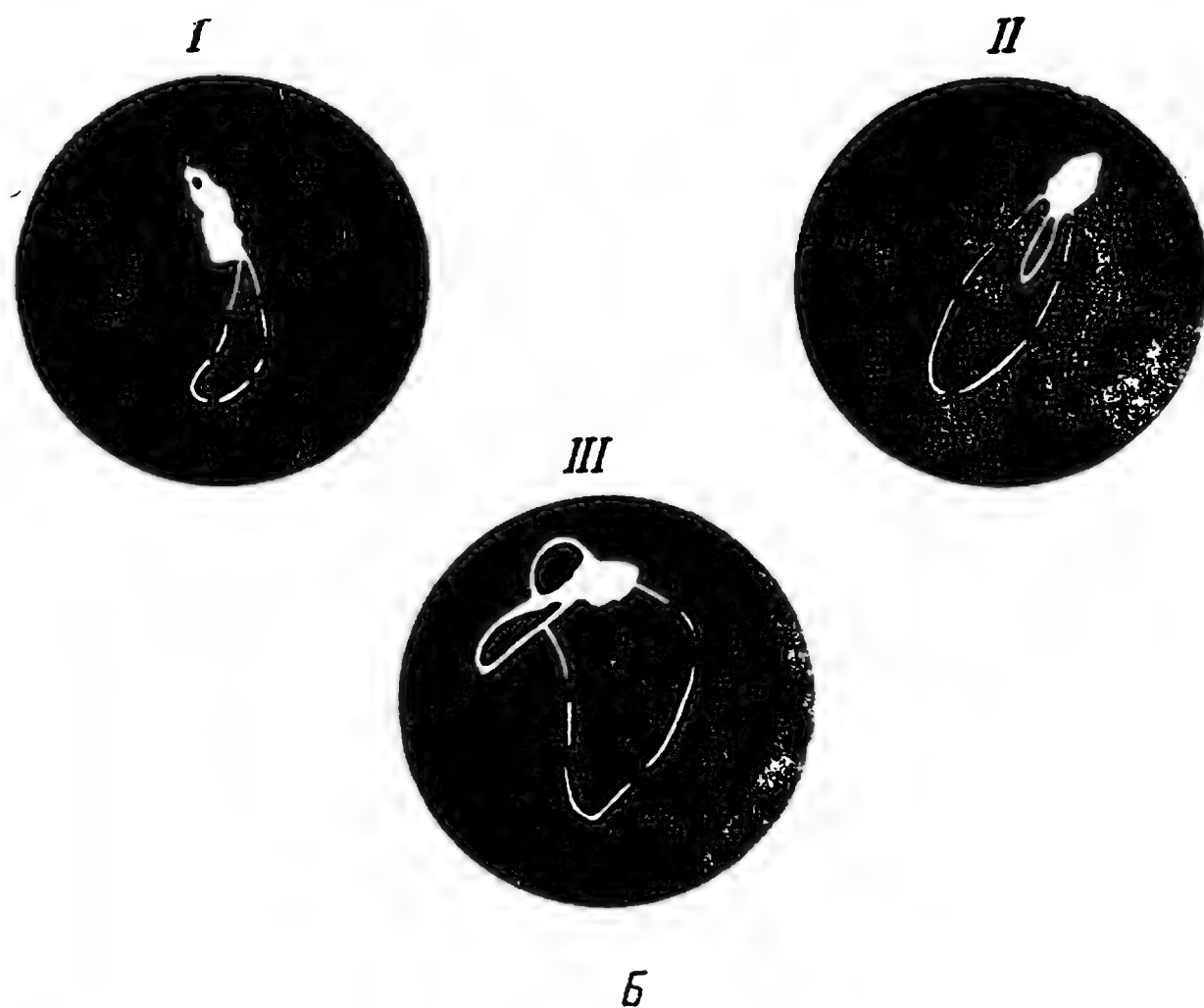
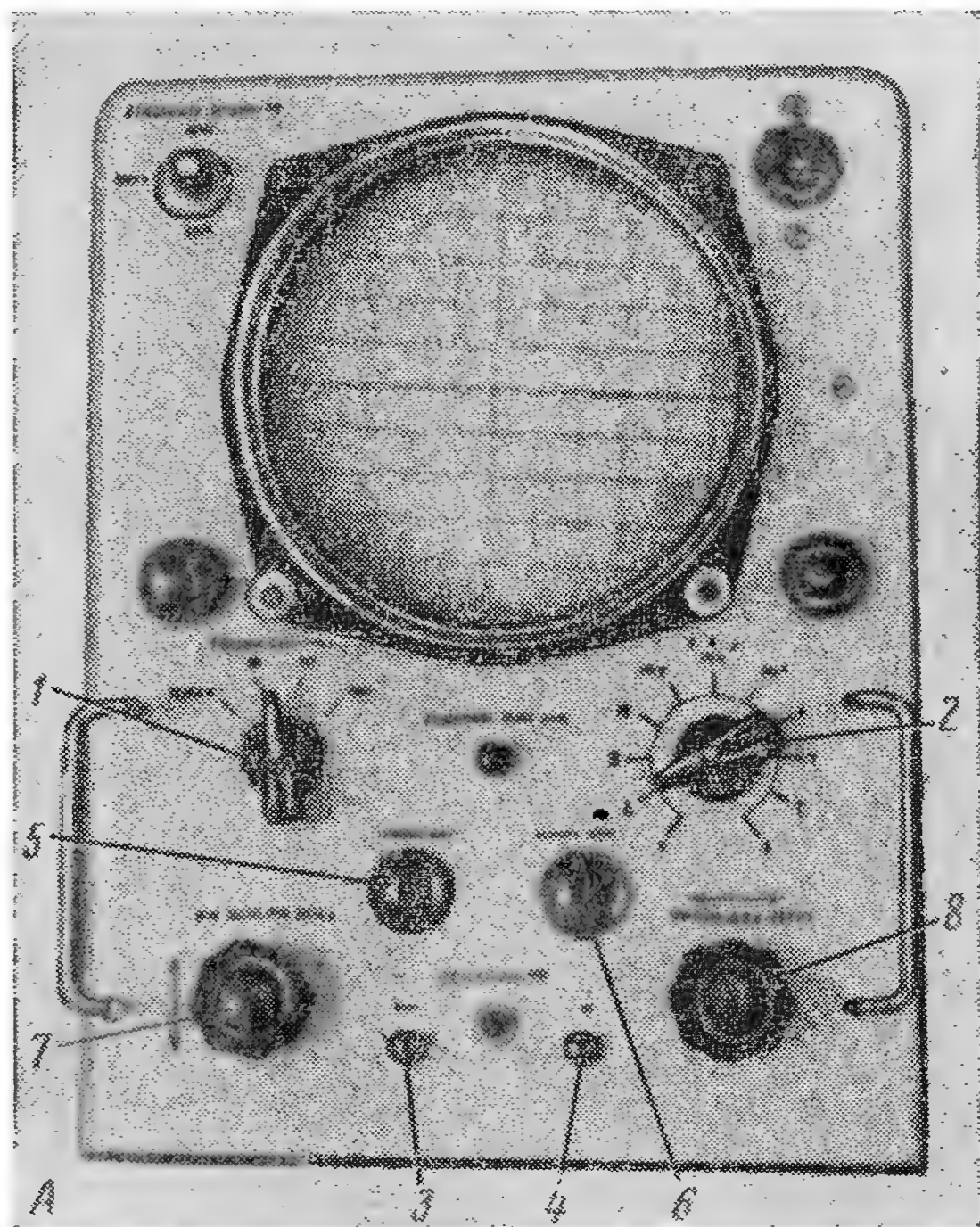
тивности сердца и других низкочастотных процессов. В нем применена электроннолучевая трубка с магнитной системой отклонения луча. Для подготовки прибора к работе необходимо: 1) тщательно заземлить прибор; 2) включить прибор в сеть и дать ему прогреться в течение 15 минут, затем при помощи



ручек «установка луча» (7,8) установить луч в центре экрана; 3) ручками «яркость» и «фокус», расположенными на задней панели прибора, отрегулировать яркость и фокусировку луча таким образом, чтобы луч оставлял нужное послесвечение и был минимально тонким; 4) установить нужную чувствительность по

наблюдение за экраном векторэлектрокардиоскопа. При положении переключателя отведений на «I» будет регистрироваться фронтальная проекция, «II» — сагиттальная, «III» — горизонтальная.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Нарисуйте в тетради фигуры, наблюдавшиеся на



**Рис. 48.** А — передняя панель векторкардиоскопа (ВЭКС-1П), Б — векторкардиограмма человека: I — фронтальное отведение; II — сагиттальное отведение; III — горизонтальное отведение (пояснения в тексте).

вертикали и горизонтали; для этого, нажимая кнопки «МВ» (3, 4) ручками усиления (5, 6), установить амплитуду сигнала равной 1 или 2 см.

Накладывают электроды в следующем порядке: красный — на внутреннюю поверхность правого предплечья, желтый — на внутреннюю поверхность левого предплечья, зеленый — на внутреннюю поверхность левой голени, белый — на грудь в точке  $C_2$ , коричневый — на грудь в точке  $C_5$ , голубой — справа у мечевидного отростка, черный — слева у позвоночника на уровне угла лопатки.

Для лучшего контакта между кожей и электродами помещают прокладки из байки или фильтровальной бумаги, смоченные 5—10% раствором NaCl. Наложённые электроды фиксируют резиновыми лентами. Устанавливают ручку коммутатора отведения (2) в положение «I» (ВКГ), затем «II» и «III» и ведут

экране векторэлектрокардиоскопа при I, II и III отведениях. 2. Обозначьте петли векторкардиограммы соответствующими буквами.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каково различие между электро- и векторкардиограммой? 2. Какие процессы отражает векторкардиограмма?

#### РАБОТА 9 (23) ФОНОКАРДИОГРАФИЯ

Деятельность сердца сопровождается звуковыми явлениями, которые состоят из двух основных тонов. Первый тон, начало которого почти совпадает с зубцом R электрокардиограммы, возникает в результате: а) колебаний атриовентрикулярных клапанов; б) напряжения chorda tendinea; в) напряжения мышцы

желудочков. Второй тон возникает при захлопывании створок полулунных клапанов и почти совпадает с зубцом *T* электрокардиограммы. У здорового человека тоны и паузы сердца при 75 сокращениях в минуту имеют следующую продолжительность: первый тон —

Для работы необходимы: фонокардиографическая приставка ФКП-1, модель 056, (рис. 49) специальный микрофон, электрокардиограф с чернильной записью ЭКПСЧ-3.

Фонокардиографическая приставка преобразует звуковые явления, возникающие в серд-

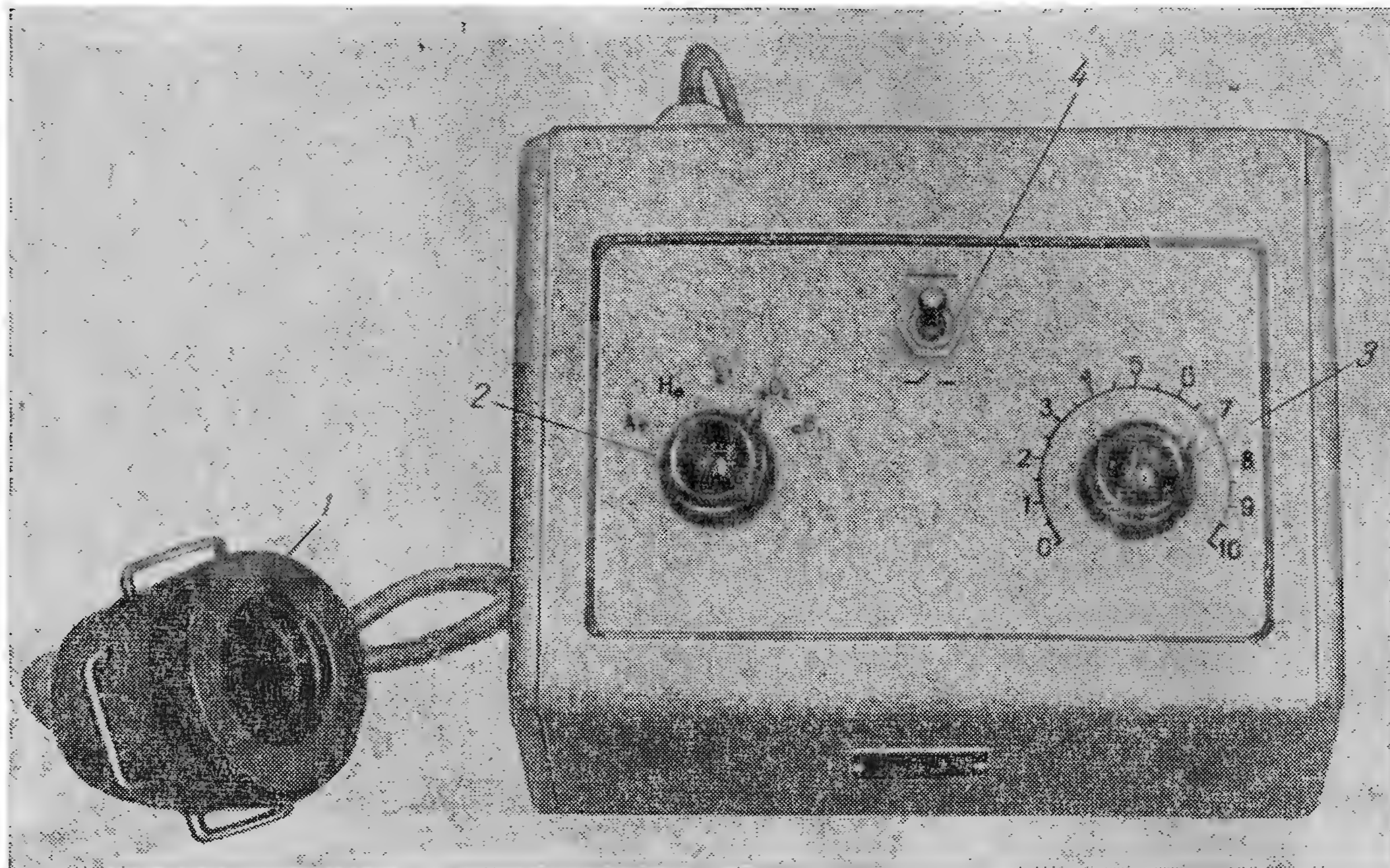


Рис. 49. Фонокардиографическая приставка (пояснения в тексте).

0,11 секунды; первая пауза — 0,2 секунды; второй тон — 0,07 секунды; вторая пауза — 0,42 секунды.

Фонокардиография позволяет исследовать звуки сердца в частотных диапазонах, недоступных слуховому восприятию, подвергать их количественному и качественному анализу и объективно фиксировать их изменения (появление дополнительных звуков, шумов и т. п.).

Почти каждый порок сердца имеет свойственные ему звуковые явления, которые наслаиваются на нормальные тоны сердца или изменяют их. Поэтому изучение тонов сердца имеет очень большое значение в диагностике.

Важное значение имеет интервал от начала желудочкового комплекса электрокардиограммы (зубец *R*) до начала первого тона (в норме он равен 0,06 секунды), поэтому в клиническом исследовании обычно фонокардиограмма регистрируется одновременно с электрокардиограммой.

це человека, в электрические колебания, которые можно регистрировать на электрокардиографе или пленке магнитофона. Микрофон является модификацией обычного микрофона, приспособленного к укреплению на поверхности грудной клетки.

**Проведение работы.** Для одновременной регистрации фоно- и электрокардиограммы на двухканальном электрокардиографе (ЭКПСЧ-3) соединяют электрокардиограф с фонокардиографической приставкой. Один из грудных электродов вставляют в гнездо «I» фонокардиографической приставки, электрод с левой руки пациента — в гнездо «II», а гнездо «III» приставки заземляют. (Гнезда для подключения электрокардиографа расположены на задней панели приставки.) Один из каналов электрокардиографа переключают в положение «CL». Для одновременной записи электрокардиограммы красный провод присоединяют к электроду на правой руке, зеленый — к электроду на левой ноге.



На правую ногу накладывают заземляющий (коричневый) электрод. Второй канал электрокардиографа ручкой коммутатора отведений устанавливают на II отведение.

При регистрации фонокардиограммы на одноканальном электрокардиографе провода любого отведения соединяют с фоноэлектрокардиографической приставкой. Причем активный провод вставляют в гнездо «I», а индифферентный — в гнездо «II» приставки, гнездо «III» заземляют. Ручку коммутатора

## РАБОТА 10 (24)

### БАЛЛИСТОКАРДИОГРАФИЯ

**Цель работы:** Познакомиться с принципами и освоить методику баллистокардиографии.

Баллистокардиография — регистрация весьма малых смещений тела человека, обусловленных сердечными сокращениями и движе-



Рис. 50. Фонокардиограмма (а) и электрокардиограмма (б) человека (отметка времени — 0,02 сек).

отведений электрокардиографа устанавливают в положение, соответствующее присоединению проводов к фонокардиографической приставке. Например, если в гнездо I вставлен провод с правой руки, а во II — с левой, то коммутатор отведений следует поставить в положение «I отведение».

Далее укрепляют резиновой лентой микрофон над желаемой областью сердца испытуемого. Включают лентопротяжный механизм электрокардиографа и производят запись фоно- и электрокардиограммы, регулируя усиление фонокардиограммы поворотом ручки усилителя (рис. 49). Фонокардиограмма одновременно со II отведением электрокардиограммы представлена на рис. 50.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Полученные фоно- и электрокардиограммы вклейте в тетрадь. 2. Обозначьте первый и второй тоны сердца на фонограмме и зубцы на электрокардиограмме по общепринятой схеме. 3. Подсчитайте продолжительность первого тона и первой паузы, второго тона и второй паузы сердца. 4. Определите, какой фазе сердечной деятельности соответствуют первый и второй тоны.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какие преимущества имеет фонокардиографическое исследование перед обычной аускультацией сердца? 2. Каков механизм образования первого и второго тонов сердца?

нием крови в крупных сосудах. Этот метод позволяет исследовать сократительную функцию миокарда. Различают три группы волн баллистокардиограммы: пресистолические, систолические и диастолические. Пресистолические волны обозначают буквами F и G (рис. 51, А); в нормальной баллистокардиограмме они непостоянны. Предполагают, что они связаны с систолой предсердий. Систолические волны обозначают буквами H, I, J и K. Появление волны H связано с движением атриовентрикулярной перегородки вверх в изометрической фазе систолы желудочков. Волна I является результатом «отдачи» при изгнании крови из желудочков сердца. Волна J соответствует моменту удара волны крови о дугу аорты и бифуркацию легочной артерии. Волна K связана с замедлением кровотока в нисходящей аорте в результате действия периферического сосудистого сопротивления. Диастолические волны обозначают буквами L, M, N, O. Генез их изучен недостаточно.

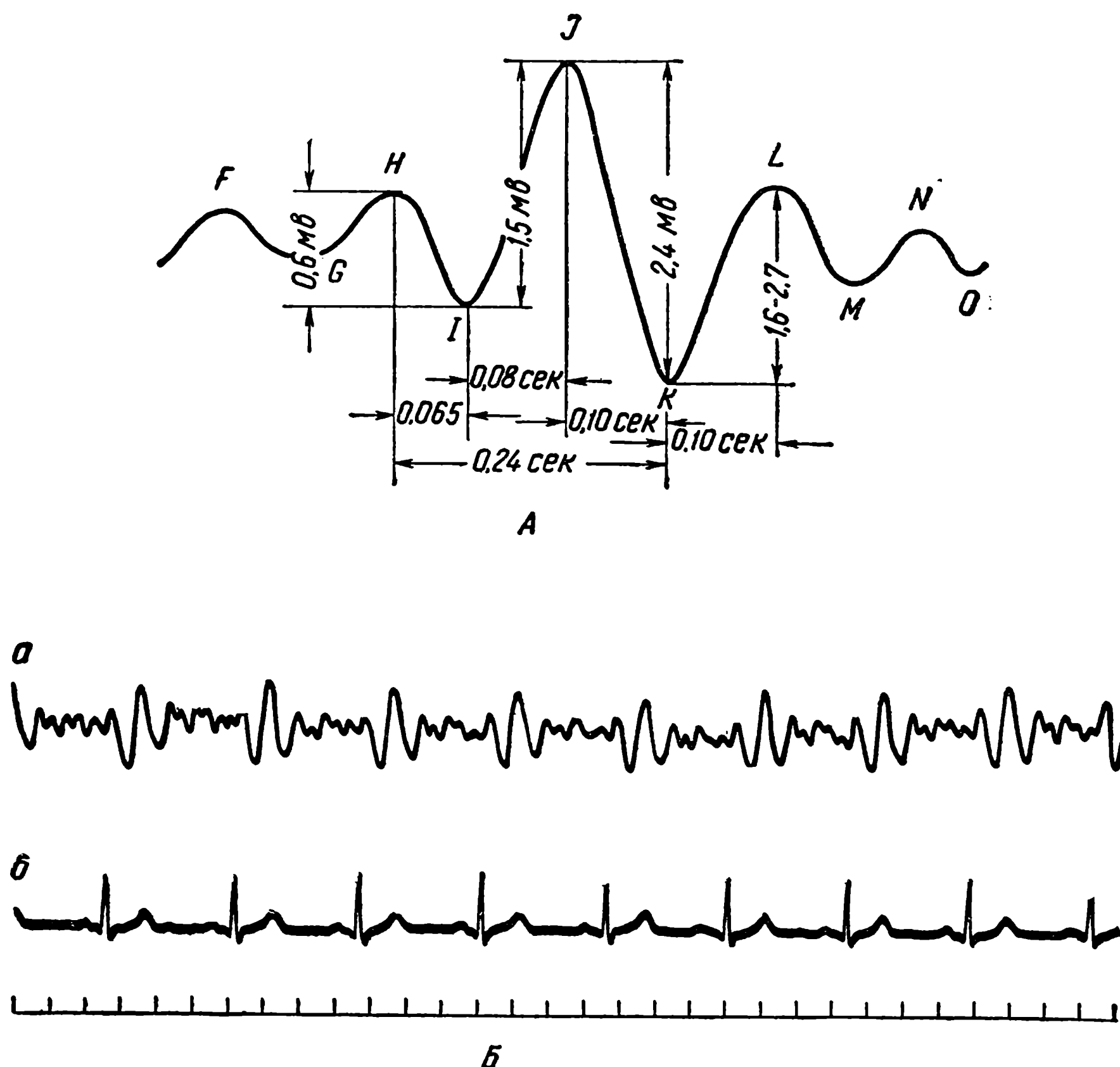
**Для работы необходимы:** баллистокардиографическая приставка, электрокардиограф ЭКПСЧ-3, медицинская деревянная кушетка или специальный металлический стол.

Баллистокардиографическая приставка состоит из магнита и индукционной катушки (рис. 52, А). Магнит укрепляется на голених и вставляется внутрь катушки, при малейших колебаниях тела испытуемого создается элект-

родвижущая сила в обмотке катушки, что позволяет регистрировать кривые смещения тела с помощью электрокардиографа.

**Проведение работы.** Испытуемого укладывают на твердую кушетку. Устанавливают под нижние трети голени специальные катки

кардиографа переключают на отведение СL. Для регистрации электрокардиограммы электрод кабеля пациента красного цвета укрепляют на правой руке, зеленого — на левой ноге, коричневого (заземление) — на правой ноге. Второй канал электрокардиографа переключают



**Рис. 51.** Баллистокардиограмма.  
А — обозначение и среднее значение зубцов и интервалов баллистокардиографического комплекса (по данным многих авторов). Б — баллистокардиограмма (а) и электрокардиограмма (б) человека (пояснения в тексте)  
Отметка времени 0,25 сек.

(рис. 52, А, Б, 1). В области верхней трети голени укрепляют планку с магнитом (рис. 52, А, Б, 2). Регулируют положение индукционной катушки так, чтобы магнит входил в центр канала катушки и не касался его краев.

При подключении баллистокардиографической приставки к двухканальному электрокардиографу можно одновременно зарегистрировать баллисто- и электрокардиограмму. Для этого следует штырь кабеля от левой руки пациента вставить в гнездо катушки, окрашенное в черный цвет, а штырь от одного из грудных отведений — в гнездо, окрашенное в красный цвет. Второй грудной электрод необходимо заземлить. Один из каналов электро-

ют на II отведение. При использовании одноканального электрокардиографа необходимо два кабеля пациента, используемых для регистрации одного из стандартных отведений, вставить в гнезда катушки и установить на электрокардиографе соответствующее отведение.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Полученную баллистокардиограмму вклейте в тетрадь. 2. Обозначьте колебания соответствующими буквами.

**Ответьте на вопросы:** 1. Чем отличается баллистокардиограмма от электрокардиограммы? 2. В чем заключается основная ценность метода баллистокардиографии для клиники?



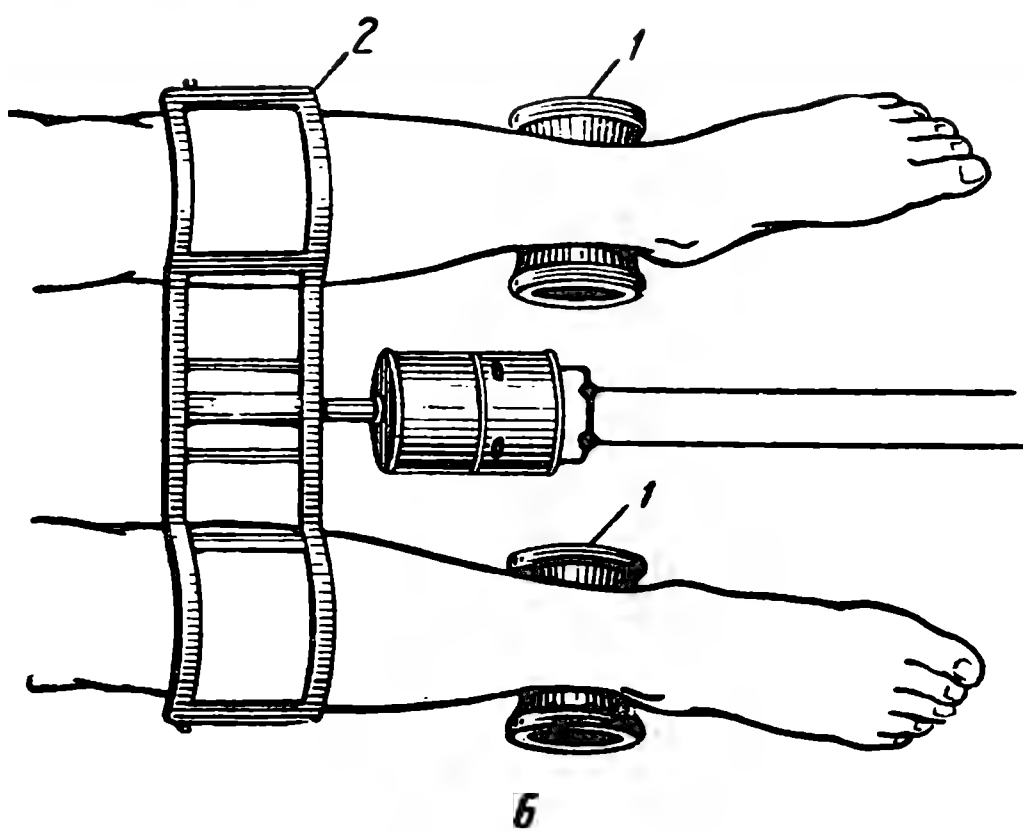
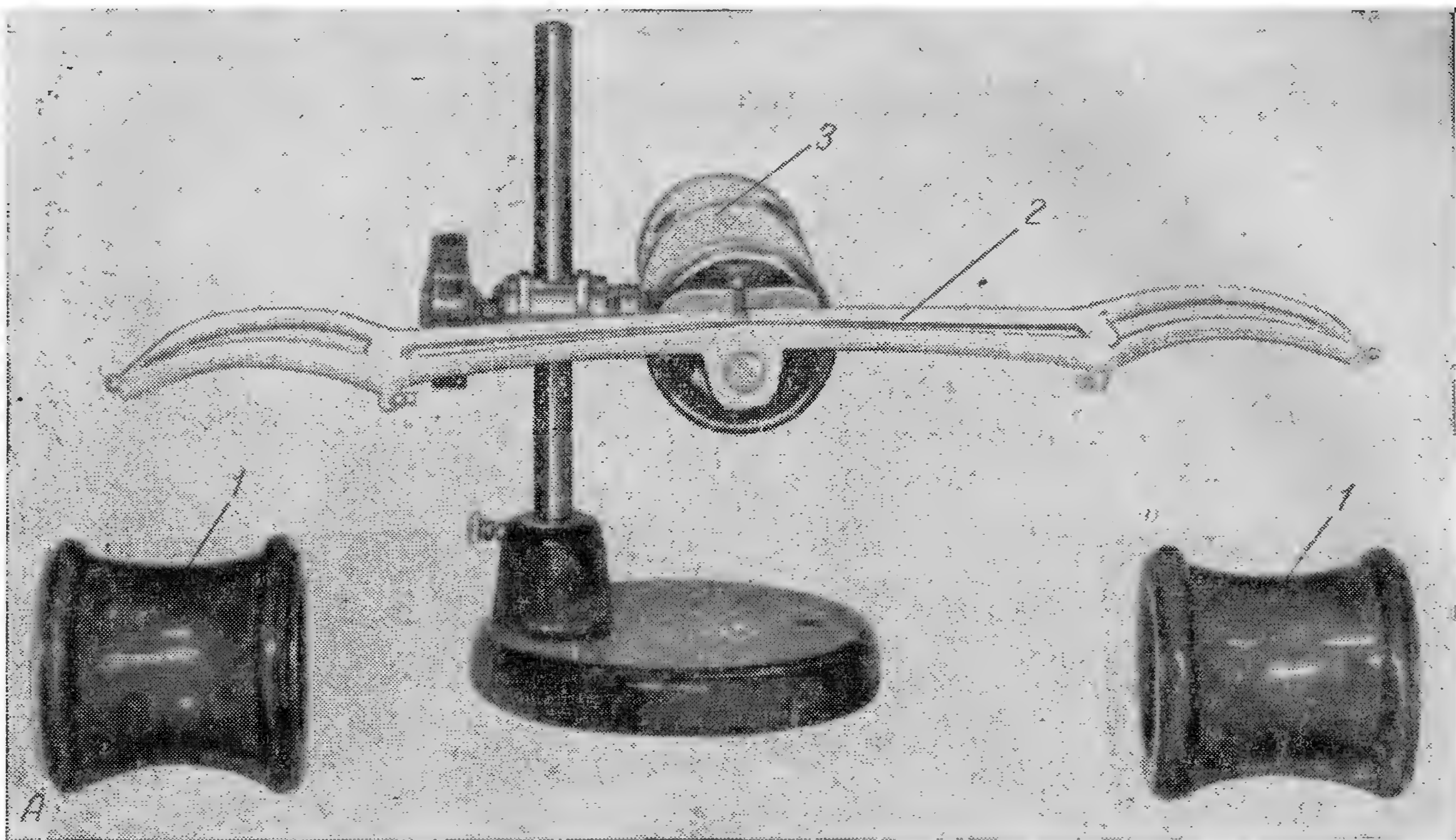


Рис. 52. Баллистокардиография.

А — баллистокардиографическая приставка: 1 — катки; 2 — планка с магнитом; 3 — индукционная катушка. Б — схема расположения катков и планки с магнитом.

#### РАБОТА 11 (25) ДИНАМОКАРДИОГРАФИЯ

**Цель работы:** Ознакомиться с основными принципами и техникой динамокардиографии.

При каждом сокращении сердца возникают изменения (смещения) центра тяжести тела и весовых соотношений его различных участков. Это происходит в результате притока или от-

тока крови от того или иного участка тела и движения сердца. Метод регистрации механических проявлений деятельности сердца был разработан Е. Б. Бабским с сотрудниками.

Прибор динамокардиограф позволяет графически регистрировать и количественно учитывать динамику сокращения сердца в различные фазы сердечного цикла на основании изменений центра тяжести тела. Динамокардиограф (рис. 53, А) состоит из воспринимающего устройства (а), усилителя и регистрирующего устройства (осциллограф). Воспринимающее устройство представляет собой две пластины, между которыми размещены тензометрические датчики, преобразующие механические нагрузки, связанные с перемещением центра тяжести тела, в электрические сигналы. Схема, объясняющая принцип действия воспринимающего устройства, представлена на рис. 53, Б, где  $F$  — сила тяжести (черным кружком обозначено положение центра тяжести),  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  — тензометрические датчики. Когда сила тяжести ( $F$ ) приложена на одинаковом расстоянии от тензометрических датчиков, осциллограф не дает показаний, так как деформация смежных тензометров одинакова. При перемещении центра тяжести ( $F$ ) происходит деформация тех или иных тензометров, регистрируемая осциллографом

(рис. 53, Б, II, III, IV). С помощью динамокардиографа можно зарегистрировать механические процессы, направленные как вдоль оси тела (продольная динамокардиография), так и в направлении, перпендикулярном оси

ния крови из желудочков. Таким образом, интервал В—Z совпадает с фазой изометрического сокращения желудочков, интервал Z—С соответствует перемещению сердца в начальный период изгнания крови из желудочков, а

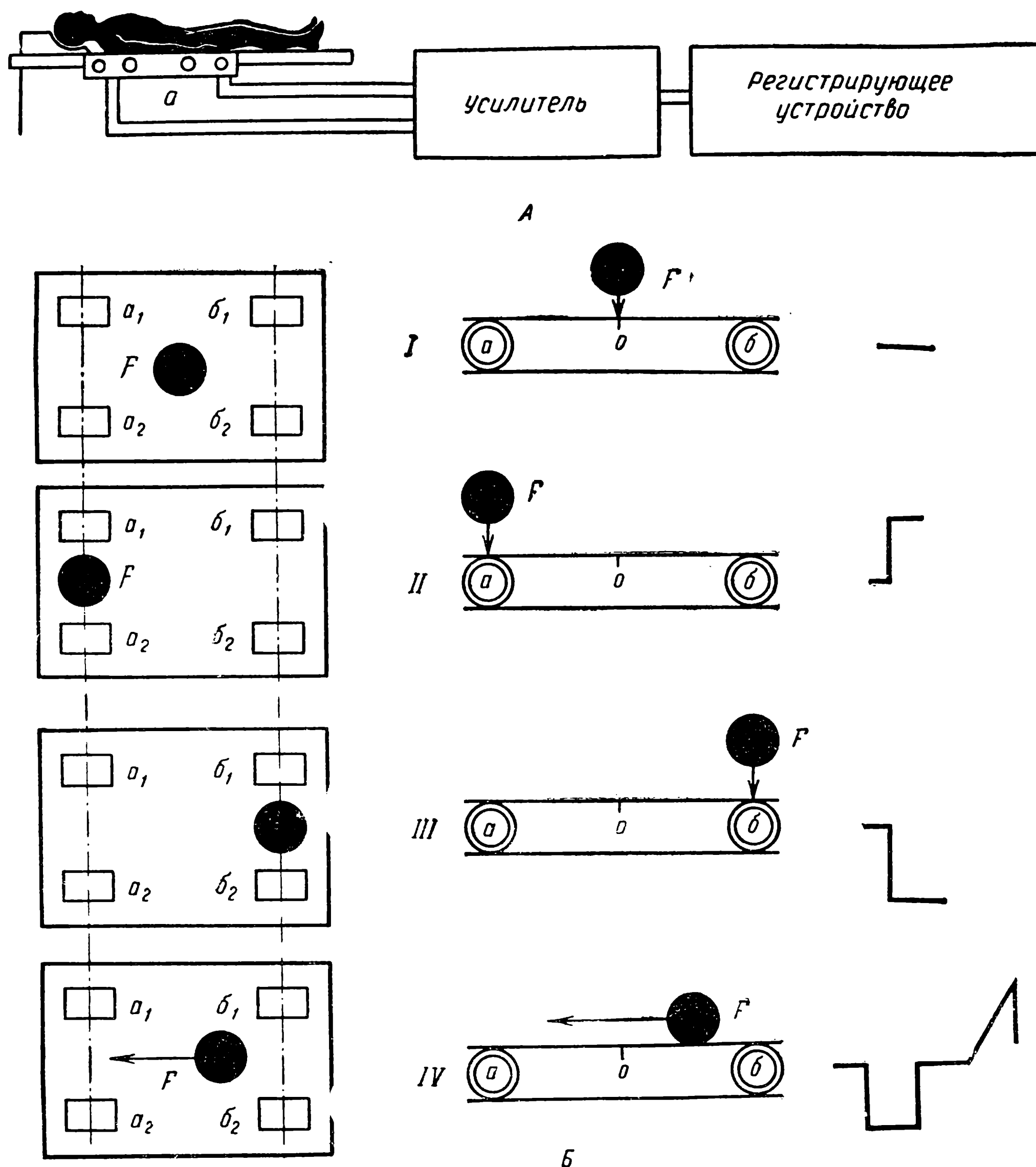


Рис. 53. Динамокардиография.

А — блок-схема динамоэлектрокардиографа. Б — схема, поясняющая принцип действия воспринимающего устройства (по Е. Б. Бабскому).

тела (поперечная динамокардиография). Отдельные зубцы динамокардиограммы обозначают латинскими буквами, а интервалы — римскими цифрами (рис. 54, А). Интервал А—В рассматривают как отражение систолы предсердий; точка В соответствует началу систолы желудочков, а точка Z — началу изгна-

С — D — перемещению массы крови по аорте и легочной артерии. Периоду расслабления желудочков сердца соответствуют интервалы V и VI (Е—F—G), а интервал VII (отрезок G—А) отражает наполнение желудочков кровью. Генез волны Н полностью не изучен. Зубцы и интервалы продольной и поперечной



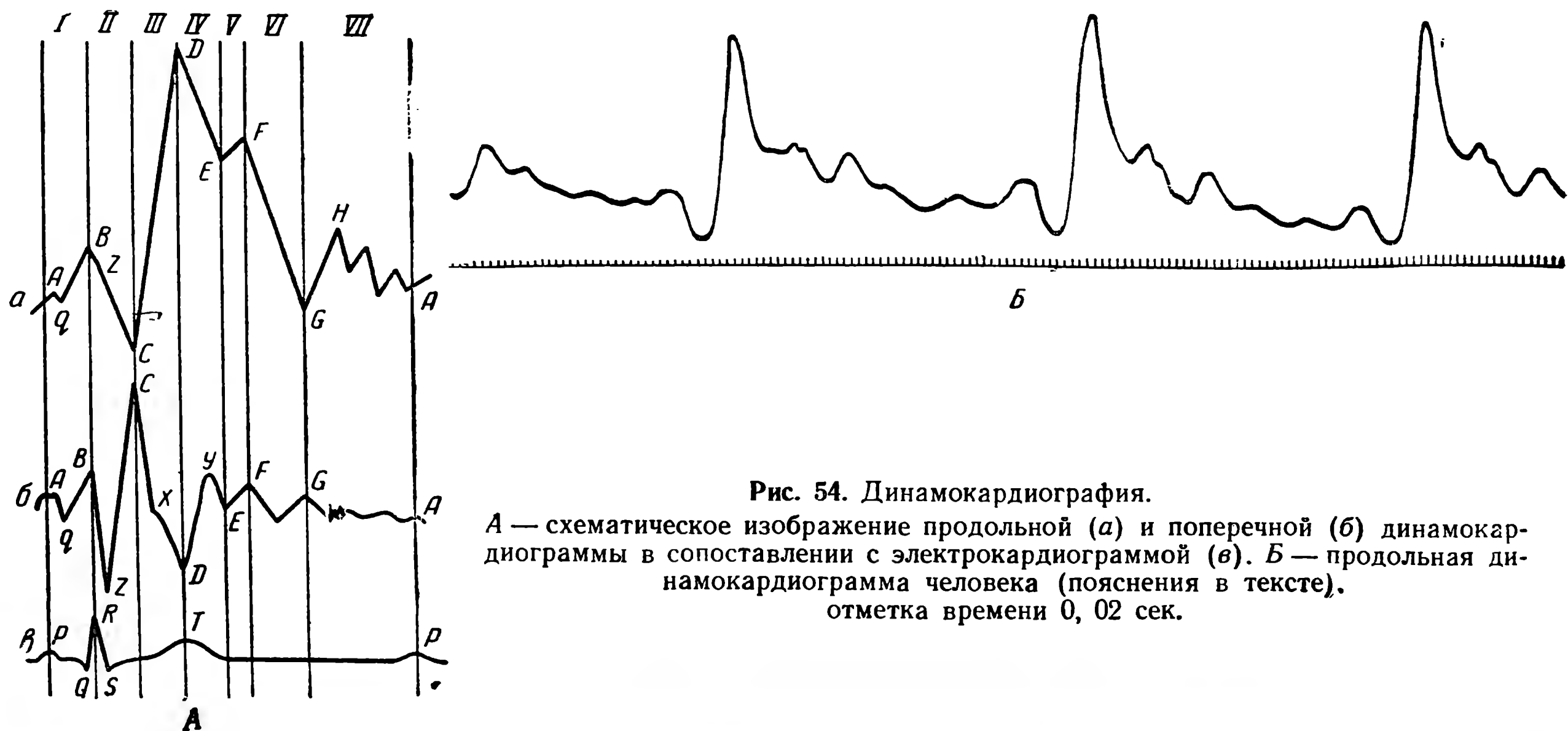


Рис. 54. Динамокардиография.  
 А — схематическое изображение продольной (а) и поперечной (б) динамокардиограммы в сопоставлении с электрокардиограммой (в). Б — продольная динамокардиограмма человека (пояснения в тексте).  
 отметка времени 0,02 сек.

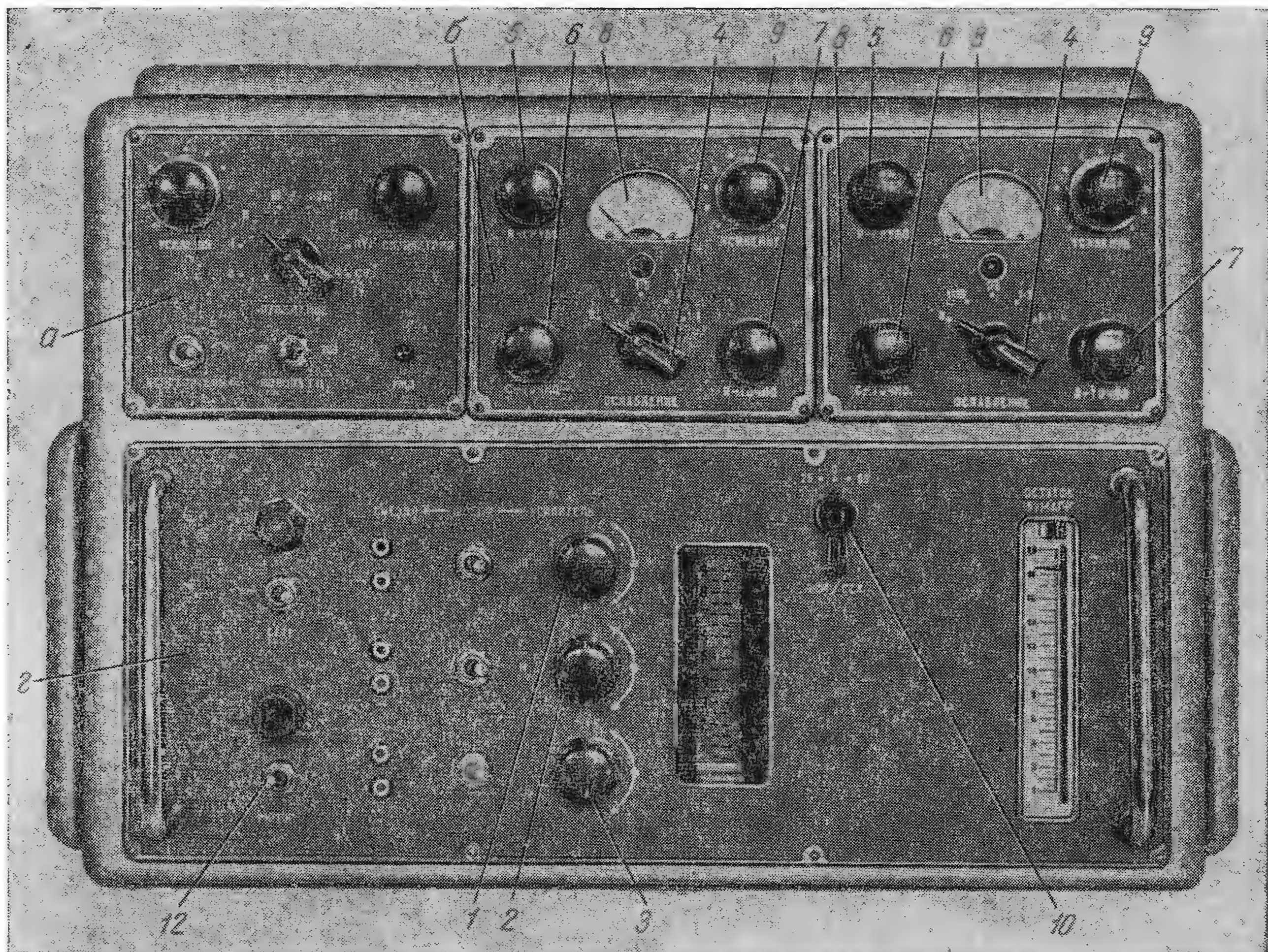


Рис. 55. Динамoeлектрокардиограф. Верхняя панель прибора (пояснения в тексте).



динамокардиограммы обычно синхронны, но формы их значительно отличаются, что обусловлено различием характера перемещения сердца и массы крови в грудной клетке в продольном и поперечном направлениях.

**Для работы необходимы:** динамокардиограф ДЭКГ-01, электроды для электрокардиографии, 10% раствор NaCl, марлевые салфетки.

**Примечание.** Динамокардиограф ДЭКГ-01 позволяет одновременно регистрировать динамокардиограмму (продольную и поперечную) и электрокардиограмму.

**Проведение работы.** Испытуемого укладывают на твердую, горизонтальную поверхность. Под грудную клетку подкладывают воспринимающее устройство так, чтобы остистый отросток VII шейного позвонка находился на середине его верхней грани. Обычным для электрокардиографии способом накладывают электроды на конечности, подсоединяют к ним штекеры кабеля электрокардиографического блока и производят соответствующую его настройку (см. работу «Электрокардиография»). После этого приступают к подготовке (настройке) блоков динамокардиографа. Для этого переключатель «ослабление» (рис. 55, 4) следует установить в положение «1:10». Ручками балансировки «R — грубо», «С — точно» и «R — точно» (5, 6, 7) производят балансировку, добиваясь минимального смещения стрелок прибора (8). Предлагают испытуемому сделать выдох, устанавливают «зайчики» на экране для визуального наблюдения на желаемое место путем поворота ручек установки шлейфа (1, 2, 3); ручками «ослабление» и «усиление» (4, 9) выбирают нужное усиление, а ручками балансировки (6, 7) производят более точную балансировку. После этого прибор готов к работе. Для проведения регистрации необходимо переключить тумблер «отведение» электрокардиографического блока на соответствующую отметку шкалы, предложить испытуемому выдохнуть и задержать дыхание, переключить рычаг скорости движения бумаги (10) из положения «0» в положение «25 мм/сек» или «50 мм/сек», включить тумблер «мотор» (12) и вести запись.

**Рекомендации к оформлению работы.** 1. Полученную динамоэлектрокардиограмму вклейте в тетрадь. 2. Обозначьте цифрами интервалы, а буквами зубцы динамокардиограммы. 3. Обозначьте зубцы и интервалы электрокардиограммы. 4. Проведите сравнение динамокардиограммы с баллистокардиограммой.

**Ответьте на вопрос:** Чем отличается динамокардиография от баллистокардиографии?

**Цель работы:** Изучить влияние различных отделов центральной нервной системы на деятельность сердца.

Деятельность сердца постоянно приспосабливается к изменениям внешней и внутренней среды.

Импульсы, регулирующие деятельность сердца, поступают в сердце по симпатическим и парасимпатическим нервам. При возбуждении парасимпатических нервов возникает замедление и ослабление сердечных сокращений (вплоть до остановки), при возбуждении симпатических нервов наблюдается противоположный эффект.

Тонус нервных центров, дающих начало нервам сердца, поддерживается импульсами, непрерывно поступающими по афферентным волокнам от рецепторов тех или иных областей тела и в первую очередь от рецепторов самой сердечно-сосудистой системы.

#### **Задача I**

#### **Влияние раздражения смешанного ваго-симпатического нерва на деятельность сердца лягушки**

**Для работы необходимы:** набор препаровальных инструментов, универсальный штатив, рычажок Энгельмана с чернильнопишущим приспособлением, кимограф, стимулятор, электроды, раствор Рингера для холоднокровных, лягушка.

**Проведение работы.** Обездвиживают лягушку, прикалывают ее к препаровальному столу брюшком кверху и обычным путем обнажают сердце (методику см. на стр. 35, работа № 1). Справа или слева ниже угла нижней челюсти отпрепаровывают сосудисто-нервный пучок, содержащий кровеносные сосуды и ваго-симпатический нерв (на рис. 56, А, 1 обозначен стрелкой). Препаровальной стеклянной иглой выделяют ствол ваго-симпатического нерва и перевязывают его ниткой (2), затем накладывают электроды, соединенные со стимулятором (3). Верхушку сердца присоединяют серфинкой к рычажку Энгельмана, писчик которого подводят к барабану кимографа. Устанавливают отметчик времени. Отрегулировав работу установки, делают исходную запись сокращений сердца, затем, раздражая ствол ваго-симпатического нерва в течение 5—10 секунд (силу тока подобрать опытным путем), про-



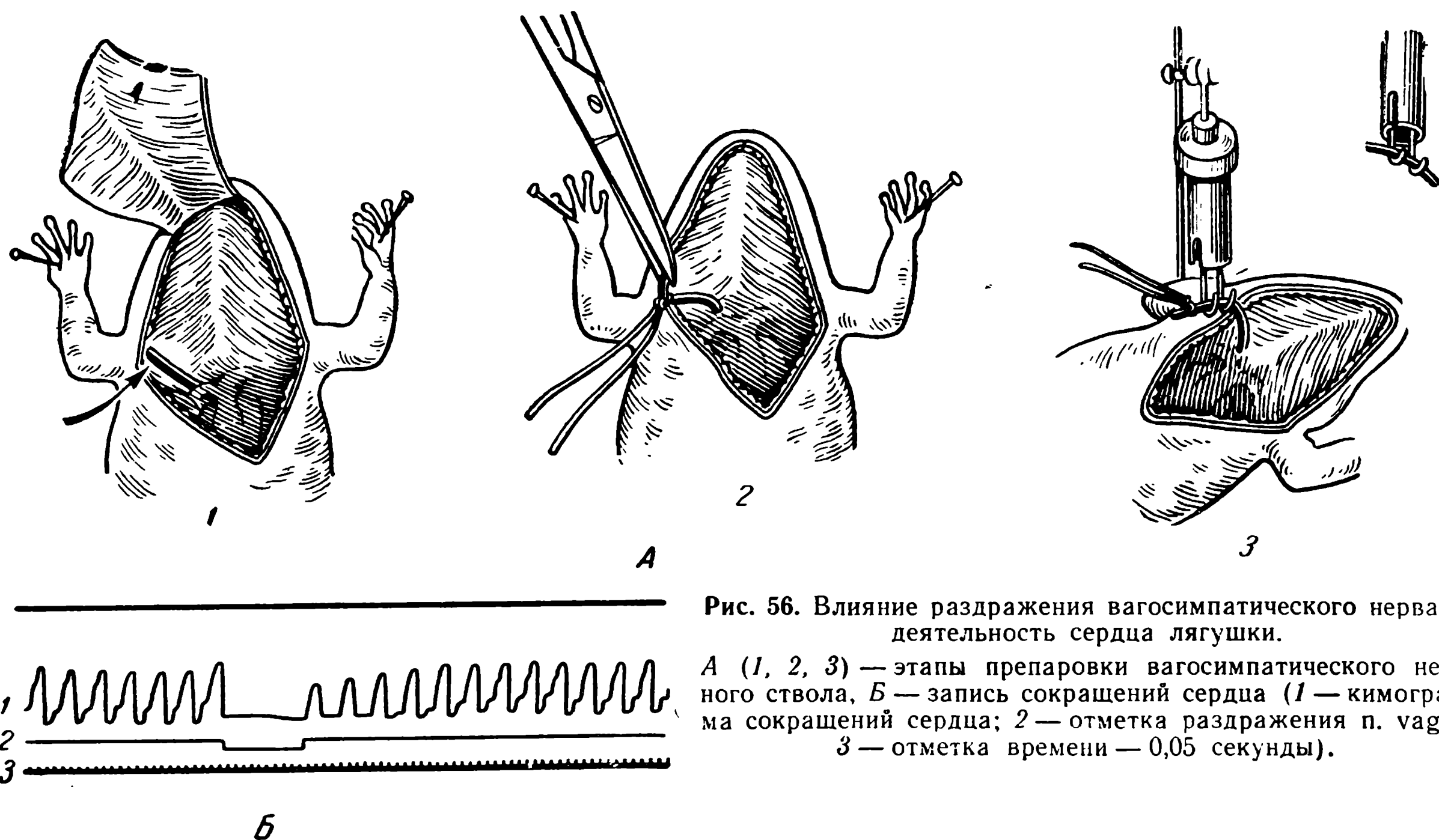


Рис. 56. Влияние раздражения вагосимпатического нерва на деятельность сердца лягушки.

А (1, 2, 3) — этапы препаровки вагосимпатического нервного ствола, Б — запись сокращений сердца (1 — кимограмма сокращений сердца; 2 — отметка раздражения п. vagus; 3 — отметка времени — 0,05 секунды).

изводят запись сокращений сердца одновременно с регистрацией отметки времени (рис. 56, Б).

## Задача 2

### Влияние раздражения блуждающего нерва на деятельность сердца кошки

Для работы необходимы: хирургический набор, шприц на 20 мл, электроды, стимулятор, электрокардиограф, 20% раствор уретана.

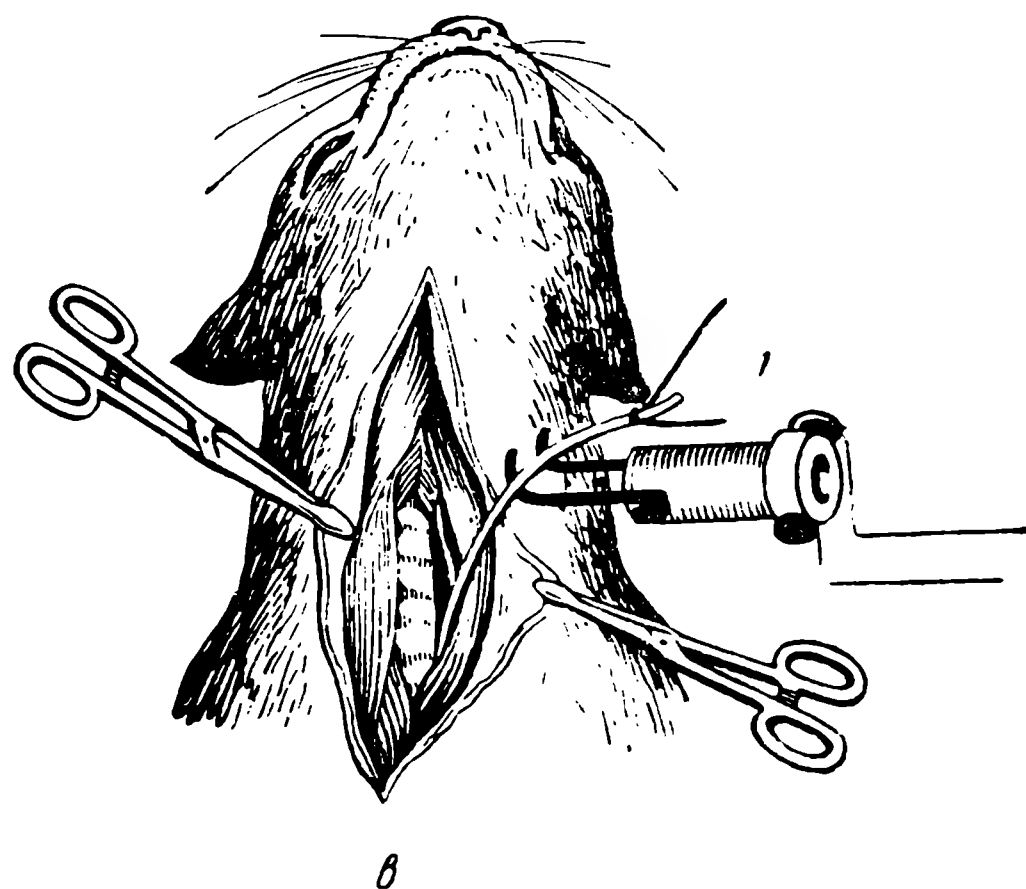
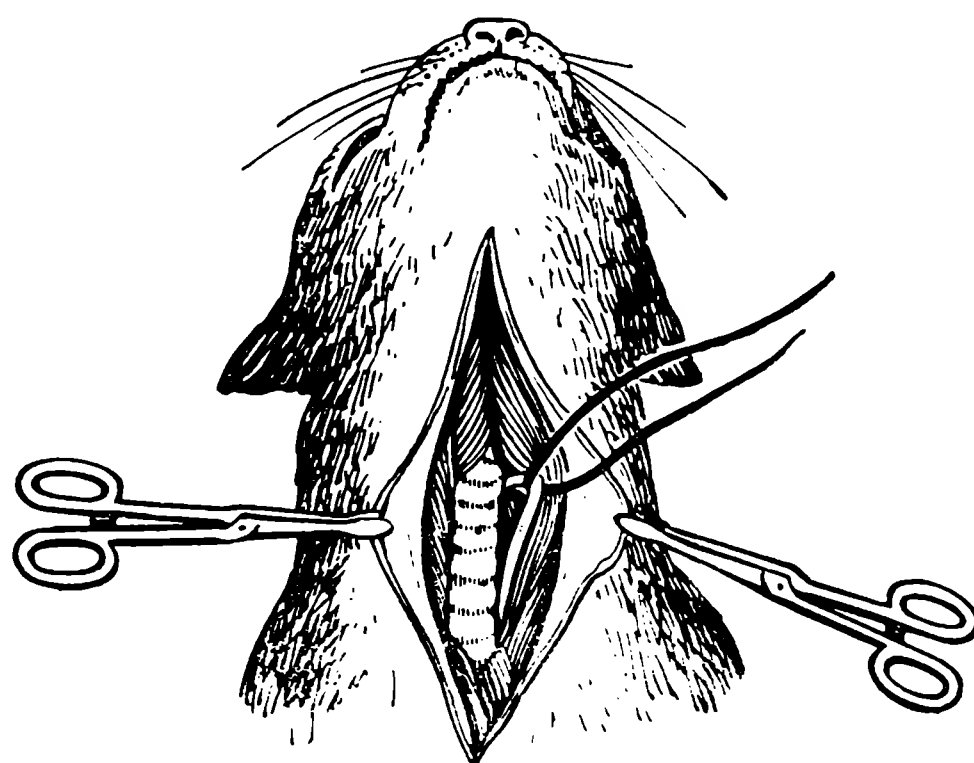
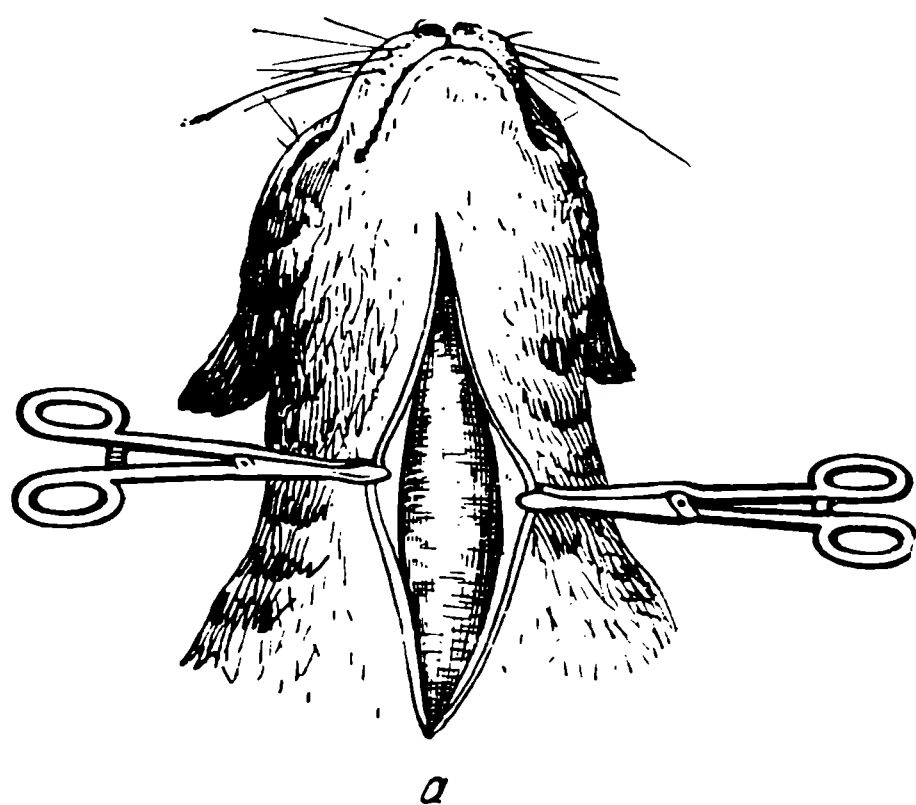


Рис. 57. Схема препаровки блуждающего нерва у кошки (а, б, в — последовательные этапы операции; 1 — раздражающий электрод).

**Проведение работы.** Обездвиживают кошку парентеральным введением 20% раствора уретана из расчета 400 мг на 1 кг веса. По средней линии шеи делают кожный разрез. Обнажившиеся мышцы шеи разъединяют тупым путем (рис. 57, а, б). Отпрепаровывают справа и слева от трахеи сосудисто-нервный пучок.

### Задача 3 Влияние раздражения седалищного нерва на деятельность сердца кошки

Для работы необходимы: хирургический набор, 20-граммовый шприц, стимулятор, электрокардиограф, электроды, 20% раствор уретана, кошка.

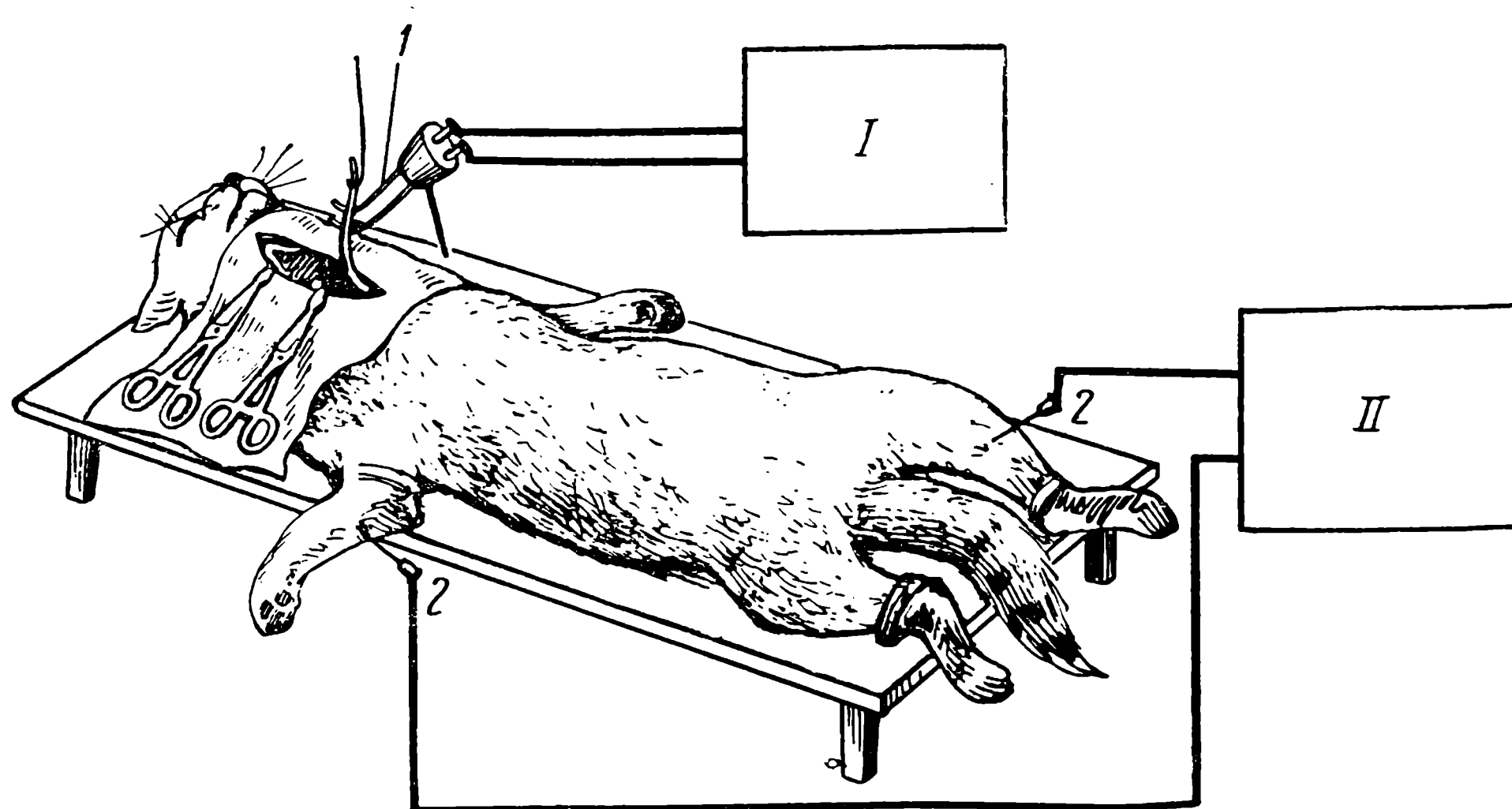


Рис. 58. Схема опыта для изучения влияния раздражения блуждающего нерва на деятельность сердца кошки.  
I — стимулятор; II — электрокардиограф; I — раздражающие электроды, 2 — электроды для электрокардиографии.

У кошки в этом пучке обычно имеется два нерва: блуждающий (ярко-белой окраски и обычно более толстый) и ствол симпатического пограничного нерва (розовато-сероватого цвета и более тонкий); у 15% кошек обычно наблюдается третий тонкий ствол — депрессорный нерв. Осторожно тупым путем отпрепаровывают блуждающий нерв и подводят под него лигатуру (рис. 57, б), затем перевязывают и перерезают его. Периферический конец блуждающего нерва помещают на электроды (рис. 57, в, 1), затем производят подготовку к записи электрокардиограммы. Для этого электроды одного из отведений посредством инъекционных игл подсоединяют к конечностям кошки и включают электрокардиограф на соответствующее отведение (рис. 58).

Регистрируют фоновую электрокардиограмму. Затем раздражают периферический конец блуждающего нерва в течение 3—10 секунд (амплитуду стимулов, длительность и частоту подбирают опытным путем) и снова записывают электрокардиограмму.

**Проведение работы.** Кошку под наркозом (внутрибрюшинно вводят 20% уретана из расчета 400 мг на 1 кг веса) привязывают к операционному столу. Обнажают оба блуждающих нерва на шее и подводят под них лигатуры. Приподнимают заднюю лапку и слегка сгибают ее в колене. Вдоль щели между двуглавой и полусухожильной мышцей бедра делают кожный разрез. Указанные мышцы раздвигают тупым путем. В глубине раны отпрепаровывают седалищный нерв, под который подводят две лигатуры, завязывают их и рассекают нерв между ними. Под центральный конец нерва подводят электрод. Присоединяют посредством инъекционных игл электроды для электрокардиографии. Записывают электрокардиограмму, в процессе записи наносят посредством стимулятора раздражение на центральный конец седалищного нерва током пороговой силы. Далее перерезают оба блуждающих нерва на шее и повторяют раздражение седалищного нерва в этих условиях с одновременной электрокардиографией.



**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Вырежьте полученные кривые и вклейте в тетрадь. 2. Подсчитайте частоту сердечных сокращений у лягушки до раздражения ваго-симпатического ствола и в момент раздражения. 3. Дайте характеристику изменениям, наступившим в электрокардиограмме кошки при раздражении блуждающего и седалищного нерва, до и после перерезки блуждающего нерва.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как влияет на деятельность сердца раздражение симпатического и парасимпатического нервов? 2. Как изменится деятельность сердца при раздражении седалищного нерва? 3. Объясните механизм изменений деятельности сердца после перерезки блуждающего нерва.

---

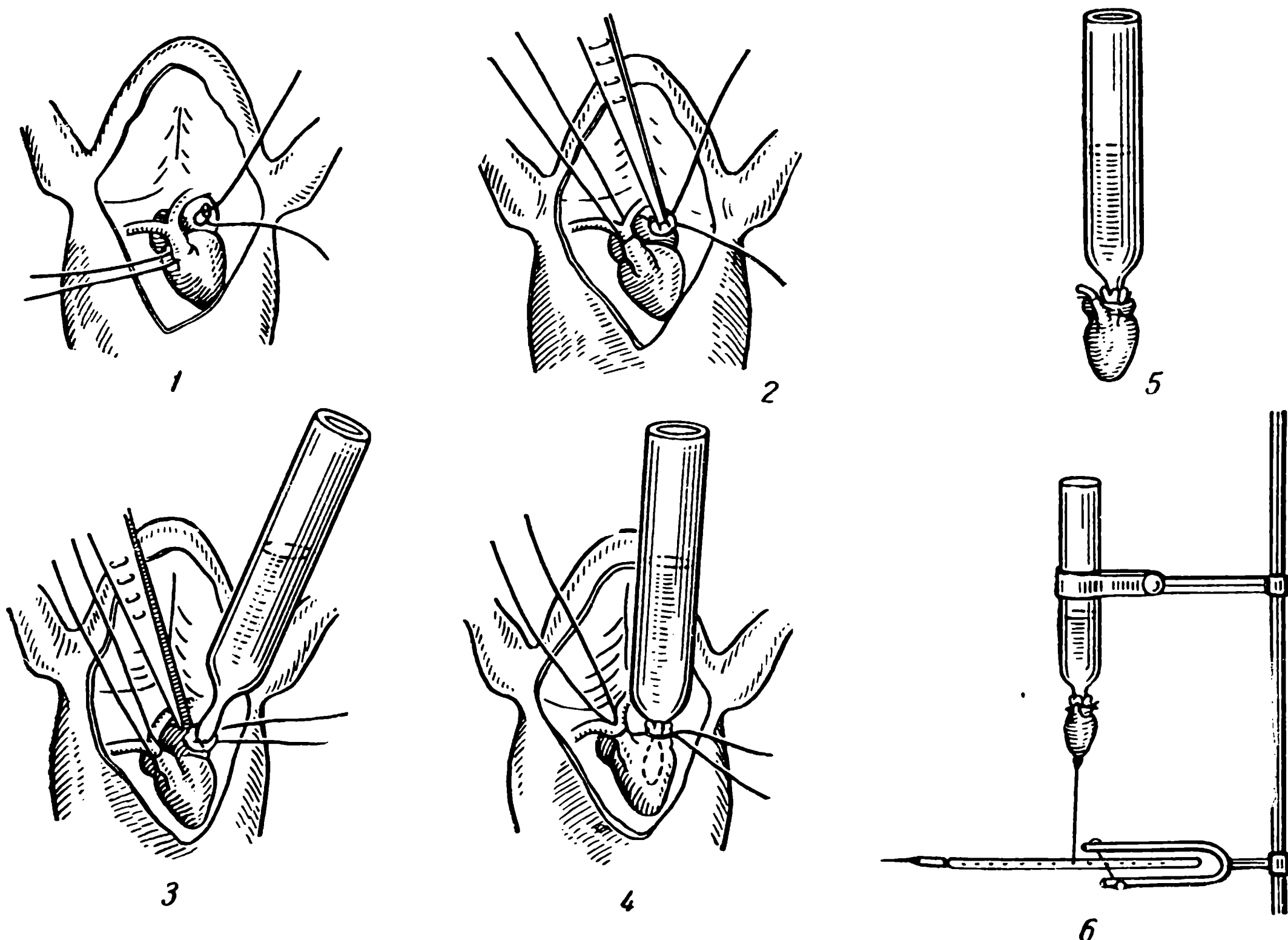
**РАБОТА 13 (27)**  
**ВЛИЯНИЕ ГОРМОНОВ И ЭЛЕКТРОЛИТОВ**  
**НА РАБОТУ СЕРДЦА**

---

**Цель работы:** Изучить влияние адреналина,  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{KCl}$  на работу изолированного сердца лягушки.

**Для работы необходимы:** набор препаровальных инструментов, универсальный штатив, рычажок Энгельмана с чернильнопишущим приспособлением, кимограф, канюля Штрауба, раствор Рингера для холоднокровных, 0,1% раствор адреналина (в ампулах), 1% раствор  $\text{CaCl}_2$ , 1% раствор  $\text{KCl}$ , пипетка, лягушка.

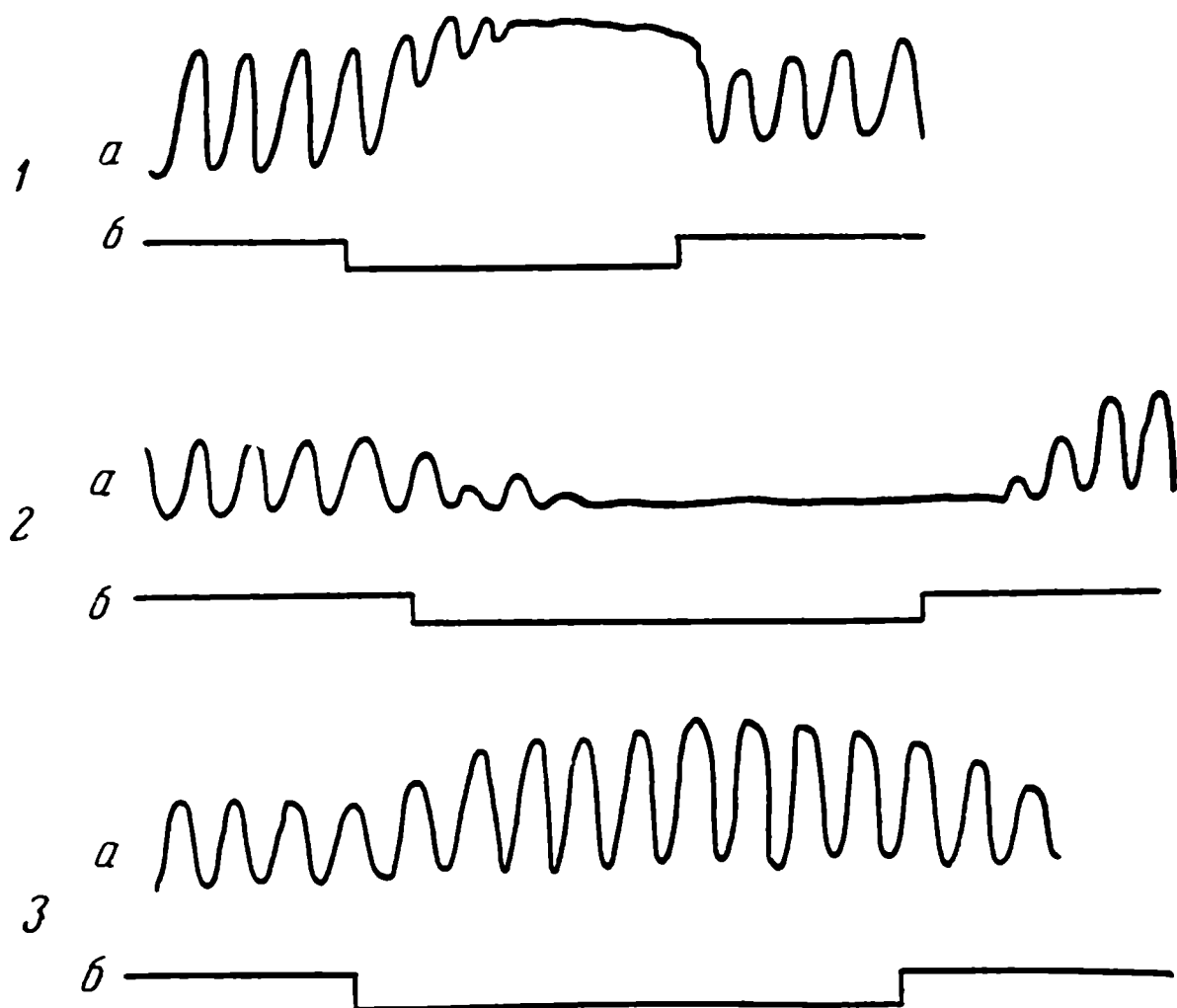
**Проведение работы.** Обычным способом обездвигивают лягушку. Прикалывают ее к дощечке брюшком вверх. Обнажают сердце. Перевязывают обе дуги аорты; лигатуру для удобства не обрезают. Делают из второй нитки небольшую петлю и накладывают ее на поверхность левого предсердия, под левой дугой аорты. Захватив и приподняв пинцетом стенку предсердия в середине пространства, ограниченного петлей, надрезают предсердие тонкими ножницами. Через отверстие в предсердии продвигают конец канюли в желудочек. Затягивая петлю, наложенную на предсердие, крепко укрепляют сердце на канюле (этапы операции показаны на рис. 59). После этого быстро заполняют канюлю раствором Рингера. Приподняв канюлю, а вместе с ней и сердце, перерезают обе дуги аорты и затем вторым разрезом, проходящим ниже полых вен, вырезают сердце из тела лягушки (не повредите синус!). Чтобы сердце не соскользнуло, концы ниток



**Рис. 59.** Этапы операции по приготовлению препарата «изолированное сердце лягушки» (пояснения в тексте).

закрепляют вокруг канюли. В канюле меняют раствор до тех пор, пока он не станет прозрачным. Если сердце изолировано правильно, то при каждом сокращении желудочка раствор выбрасывается в канюлю, а во время диастолы поступает обратно в сердце.

Канюлю укрепляют в лапке штатива. Верхушку сердца захватывают серфинкой, соединенной с рычажком Энгельмана. Устанавливают рычажок в горизонтальное положение и по касательной прижимают к кимографу. Записыва-



**Рис. 60.** Регистрация влияния гуморальных агентов на работу изолированного сердца лягушки. Запись влияний на работу сердца: 1 —  $\text{CaCl}_2$ ; 2 —  $\text{KCl}$ ; 3 — адреналина (а — кимограммы сердечных сокращений; б — отметка введения в канюлю испытуемого вещества).

вают кривую сокращения изолированного сердца, питаемого раствором Рингера. Исследуют влияние на деятельность сердца  $\text{CaCl}_2$ . Для этого добавляют к раствору Рингера несколько капель 1% раствора  $\text{CaCl}_2$ . Происходит усиление деятельности сердца, затем остановка в систоле. Записав эффект, отмывают сердце, наливая и отсасывая пипеткой раствор Рингера, до восстановления сокращений прежней интенсивности. Исследуют влияние на сердце  $\text{KCl}$ . Добавляют к раствору Рингера одну каплю 1% раствора  $\text{KCl}$ . Деятельность сердца ослабевает, а затем оно останавливается в диастоле. Снова восстанавливают сокращения сердца раствором Рингера. Затем добавляют пипеткой в канюлю 0,5 мл раствора адреналина. Наблюдают изменения в работе сердца. Примеры соответствующих кимограмм приведены на рис. 60.

**Рекомендации к оформлению работы:**  
1. Вырежьте и вклейте в тетрадь полученные кривые. 2. Опишите характер изменения сер-

дечных сокращений под действием  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{KCl}$  и адреналина.

**Ответьте на вопросы:** 1. Перечислите известные вам вещества, изменяющие работу сердца при повышении их содержания в крови. 2. Какие гуморальные раздражители стимулируют работу сердца и какие тормозят?

#### РАБОТА 14 (28)

#### ОДНОВРЕМЕННОЕ КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ СЕРДЦА

**Цель работы:** Изучить взаимоотношение различных показателей деятельности сердца при их синхронной регистрации.

Одновременная регистрация различных физиологических процессов, связанных с работой сердца, дает возможность путем сравнения изучить генез отдельных элементов регистрируемых процессов. Метод синхронной регистрации различных внешних проявлений деятельности сердца в последние годы приобретает все большее значение, так как позволяет многосторонне оценить функции сердца.

**Для работы необходимы:** пятиканальный электрокардиограф ЭКГ-01<sup>1</sup> со всеми приставками (рис. 61), марлевые салфетки, 10% раствор  $\text{NaCl}$ .

**Проведение работы.** Присоединяют приставки к электрокардиографу с таким расчетом, чтобы на первом канале регистрировалась баллистокардиограмма, на втором — динамокардиограмма, на третьем — электрокардиограмма во II отведении, на четвертом — фонокардиограмма. Присоединяют электроды к конечностям для электрокардиографии, накладывают микрофон на область сердца, укладывают испытуемого на стол так, чтобы грудная клетка находилась над воспринимающим устройством динамокардиографа, и прикладывают к стопам испытуемого пластину для баллистокардиографии (рис. 61). Включают в работу приборы и производят синхронную запись перечисленных выше процессов. При записи необходимо следить, чтобы световые лучи на экране прибора находились на равных расстояниях друг от друга, этим достигается правильная запись на фотобумаге. Пример синхронной

<sup>1</sup> Указанный пятиканальный электрокардиограф разработан СКТБ «Биофизприбор» (Ленинград) и выпускается в Венгрии с набором приставок, что позволяет на этом приборе регистрировать синхронно: 1) электрокардиограммы в любых отведениях; 2) фонокардиограммы на трех каналах одновременно; 3) продольную и поперечную динамокардиограмму; 4) баллистокардиограмму; 5) артериальный пульс; 6) реограмму.



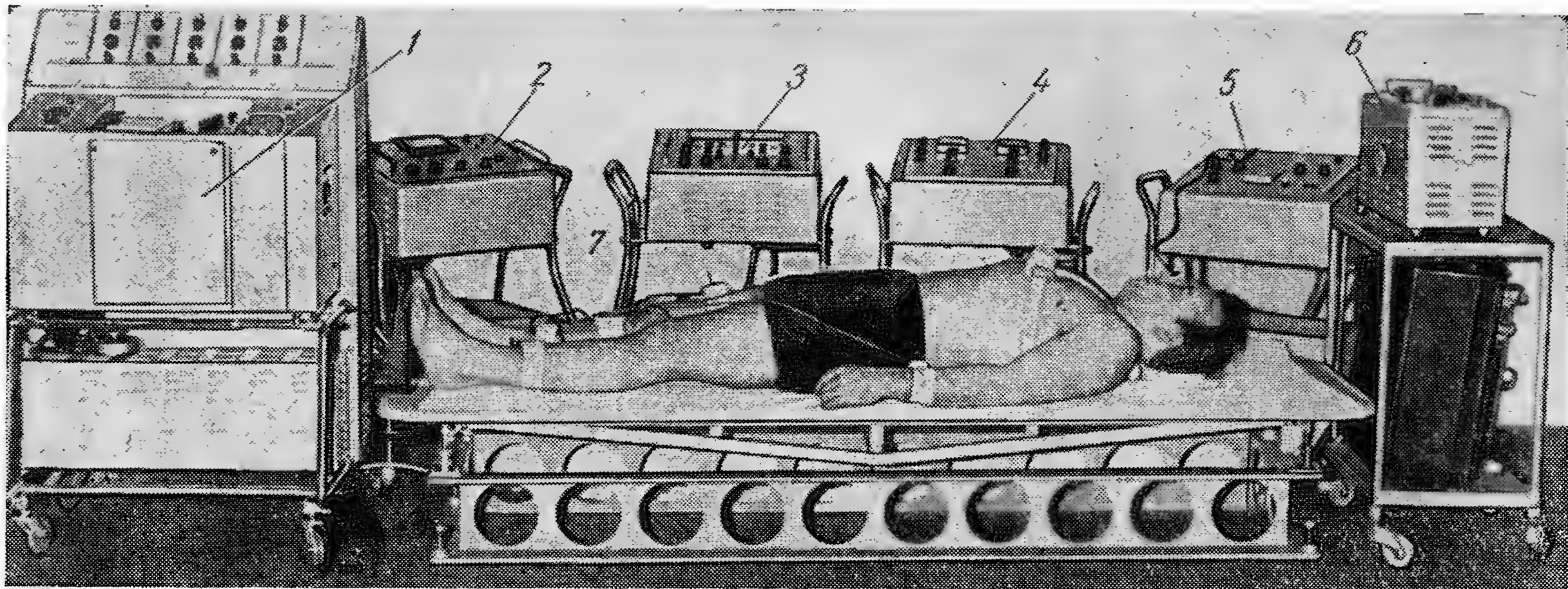


Рис. 61. Общий вид пятиканального электрокардиографа (ЭКГ5-01) с приставками.  
 1 — пятиканальный электрокардиограф с приставками; 2 — реограф; 3 — электроманометр; 4 — баллистодинамокардиограф; 5 — фонокардиограф; 6 — электросфигмограф; 7 — баллистокардиографический датчик. Воспринимающее устройство динамокардиографа вмонтировано в стол пациента.

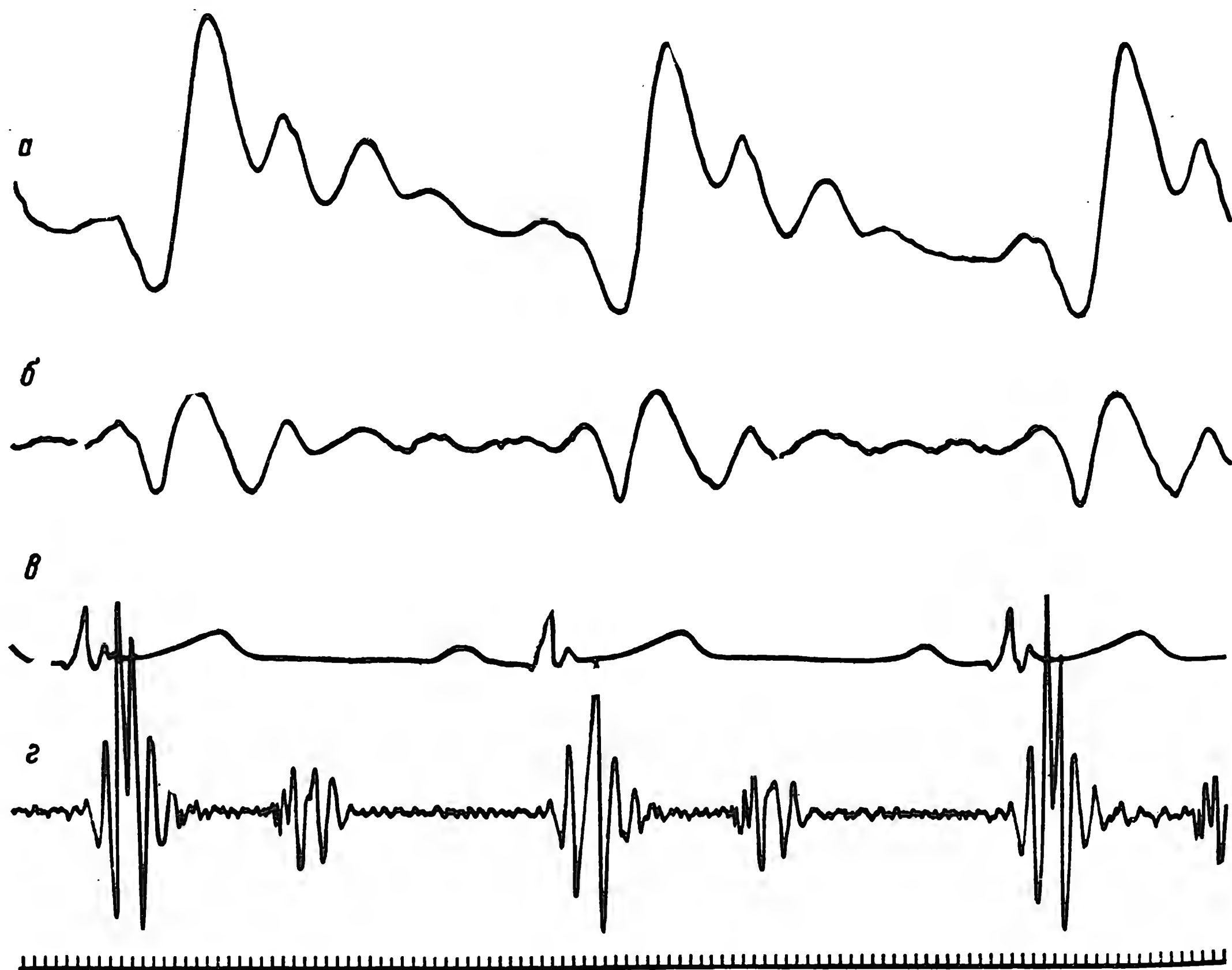


Рис. 62. Одновременная запись у человека.  
 а — динамокардиограммы; б — баллистокардиограммы; в — электрокардиограммы; г — фонокардиограммы.

записи динамо-, баллисто-, электро- и фонокардиограмм приведен на рис. 62.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Фото пленку с полученными данными проявите и вклейте в тетрадь. 2. Отметьте общепринятыми буквами зубцы и интервалы полученных кривых.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какие преимущества имеет синхронная комплексная запись различных показателей деятельности сердца перед отдельной регистрацией? 2. Какие участки баллисто- и электрокардиограммы соответствуют систоле и диастоле предсердий и желудочков?

## Г Л А В А IV

### ФИЗИОЛОГИЯ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Движение крови по сосудам является обязательным условием для поддержания процессов газообмена и обмена веществ в тканях. Деятельность сердца и всей сосудистой системы приспособлена к тому, чтобы создать наиболее эффективные условия для обмена между тканями и капиллярами.

Движение крови по сосудам подчиняется законам гидродинамики. Кровоток регулируется нервными и гуморальными факторами. Сосуды обладают эластичностью и стенки их находятся в состоянии тонуса, поддерживаемого влияниями, исходящими из сосудодвигательного центра. Рефлекторные изменения кровообращения возникают при раздражении рецепторов сосудистого русла, сконцентрированных в рефлексогенных зонах. Они могут также наступать вследствие раздражения хемо- и механорецепторов внутренних органов, а также экстерорецепторов при воздействии на них внешней среды.

Методы исследования функций сосудистого русла разнообразны и позволяют наглядно представить сложнейшую координированную работу кровеносной системы.

или максимальное, давление, создаваемое сердцем во время систолы, и диастолическое, или минимальное, давление, создаваемое за счет тонуса сосудов. Разницу между систолическим и диастолическим давлением составляет среднее или пульсовое давление. Давление крови служит тонким показателем общего состояния организма, поэтому регистрация его имеет большое практическое значение.

У здорового человека уровень артериального давления колеблется в пределах 110/70—120/80 мм рт. ст. в покое. Повышение артериального давления называется гипертонией, понижение — гипотонией. Широкое распространение в клинике получил метод определения уровня кровяного давления с помощью ртутного или мембранного манометра. Существует два способа измерения давления: пальпаторный, основанный на исчезновении и появлении пульса на одной из крупных артерий ниже наложенной манжетки (метод Рива-Роччи), и аускультативный, основанный на прослушивании и фиксировании моментов появления и исчезновения звуковых эффектов на артерии ниже манжетки (метод Короткова).

**Для работы необходимы:** сфигмоманометр, фонендоскоп или стетоскоп.

**Проведение работы. А. Пальпаторный метод Рива-Роччи.** Сидя на стуле, лицом в сторону от манометра, испытуемый кладет левую руку на стол (рис. 63). На обнаженное плечо испытуемого накладывают манжетку (2) так, чтобы она плотно охватывала плечо, но не давила на ткани. Одной рукой пальпируют пульс в области лучевой артерии, а другой — с помощью резинового баллона нагнетают воздух в манжетку. О давлении в манжетке судят по показаниям манометра (1). В полости манжетки создают давление, превышающее максимальное, до исчезновения пульса, а затем осторожно понижают давление, открывая винтовой клапан и выпуская воздух. Момент появления пульса на

---

#### РАБОТА 1 (29)

#### ИЗМЕРЕНИЕ КРОВЯНОГО ДАВЛЕНИЯ У ЧЕЛОВЕКА (НЕПРЯМОЙ МЕТОД)

---

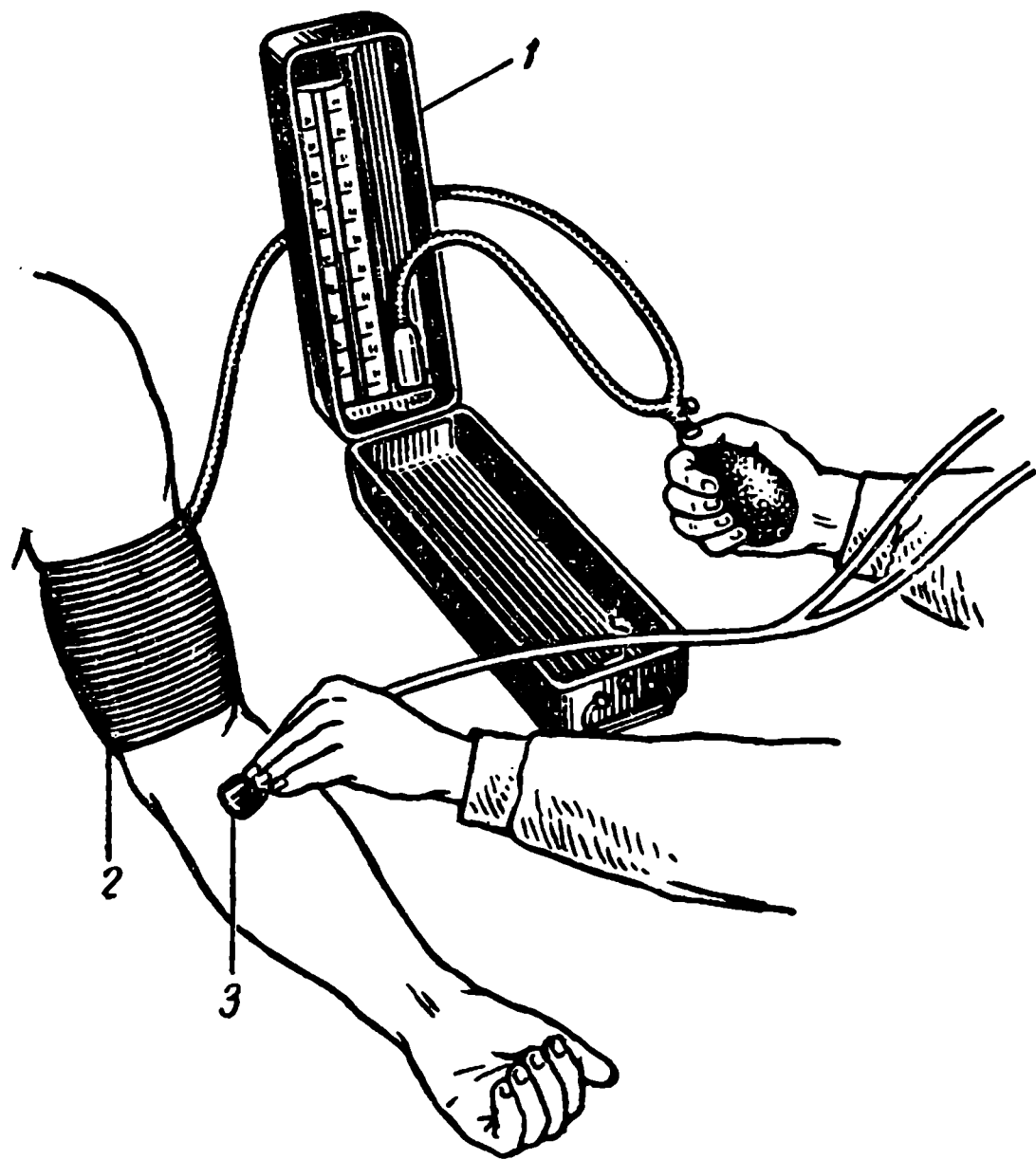
**Цель работы:** Ознакомиться с методикой определения артериального давления по способу Рива-Роччи и по способу Короткова.

Величина кровяного давления является одной из важнейших пластических констант, характеризующих состояние внутренней среды организма. Она определяется работой сердца и тонусом сосудов. В норме давление колеблется в зависимости от фаз сердечного цикла (систола и диастола). Различают систолическое,



лучевой артерии совпадает с максимальным (систолическим) давлением в плечевой артерии.

**Б. Аускультативный метод Короткова.** На обнаженное плечо несколько выше локтевой ямки накладывают манжетку. В локтевой ямке



**Рис. 63.** Измерение кровяного давления у человека по способу Короткова.

1 — манометр; 2 — манжетка; 3 — стетоскоп.

находят пульсирующую плечевую артерию, на которую ставят стетоскоп или фонендоскоп (рис. 63, 3). Создают давление в манжетке выше максимального, при котором исчезает пульс, затем, поворачивая винтовой клапан и выпуская воздух из манжетки, стетоскопом или фонендоскопом выслушивают тоны в плечевой артерии.

Момент появления тонов соответствует систолическому давлению. Продолжают снижать давление в манжетке и слушают нарастающую силу тонов, а потом отмечают постепенное ослабление с последующим их исчезновением. Момент исчезновения тонов соответствует диастолическому давлению. Измерение повторяют 3 раза и берут за основу минимальные показатели.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Сравните уровень полученного артериального давления с нормальным. 2. Существует ли различие в уровне систолического давления, полученного пальпаторным методом и методом Короткова?

**Ответьте на вопросы:** 1. Что такое гипотензия и гипертензия, гипотония и гипертония?

2. Почему аускультативный метод Короткова наиболее удобен для измерения артериального давления крови?

## РАБОТА 2 (30)

### ДЛИТЕЛЬНАЯ НЕПРЕРЫВНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ЧАСТОТЫ ПУЛЬСА С ПОМОЩЬЮ ПУЛЬСОТАХОМЕТРА

**Цели работы:** 1. Освоить методику длительного непрерывного определения частоты пульса с помощью пульсотохметра. 2. Определить частоту пульса при различных функциональных состояниях организма.

Волнообразные колебания эластичной стенки артерии, связанные с работой сердца, приводящей к колебаниям давления в сосуде, называются пульсом. Пульс имеет следующие характеристики: 1) частоту — число ударов в минуту; 2) быстроту — продолжительность пульсовой волны; 3) величину — высоту колебаний стенки сосуда; 4) напряжение — силу, с которой нужно сдавить артерию, чтобы пульс исчез; 5) ритм — продолжительность интервалов времени между пульсовыми волнами.

Частота пульса у здорового человека средних лет в спокойном состоянии достигает 70—76 ударов в минуту. Она может изменяться в зависимости от состояния организма. Если частота пульса менее 70 ударов в минуту, то такое состояние называется брадикардией, при частоте пульса больше 80 ударов в минуту говорят о тахикардии. В различных клинических условиях (операции, функциональные пробы и т. д.) требуется длительное непрерывное измерение частоты пульса. Для этого используют специальный прибор — пульсотохметр.

**Для работы необходимы:** пульсотохметр с фотоэлектрическим датчиком, электрокардиограф.

Принцип работы пульсотохметра (рис. 64) основан на том, что с каждым поступлением порции крови в исследуемый орган, объем его увеличивается, количество света, проходящего при этом через данный орган, уменьшается, что приводит к колебаниям фототока в фотоэлектрическом датчике. Пальцевой датчик (рис. 64, 1) состоит из маленькой осветительной лампочки и фотосопротивления, между которыми помещают палец испытуемого. Датчик другого вида работает в отраженном свете, его следует прикладывать к поверхности тела в точке, где имеются сосуды, расположенные близко к поверхности тела (сонная артерия, височная и т. д.).

**Проведение работы.** При проведении работы пациент должен быть неподвижен, рука его

должна находиться ниже уровня сердца и быть теплой. Прибор заземляют. Пальцевой датчик укрепляют на первой фаланге пальца испыту-

ется. Далее просят испытуемого сделать 10 приседаний и вновь измеряют частоту пульса, которая сразу после нагрузки увеличивается.

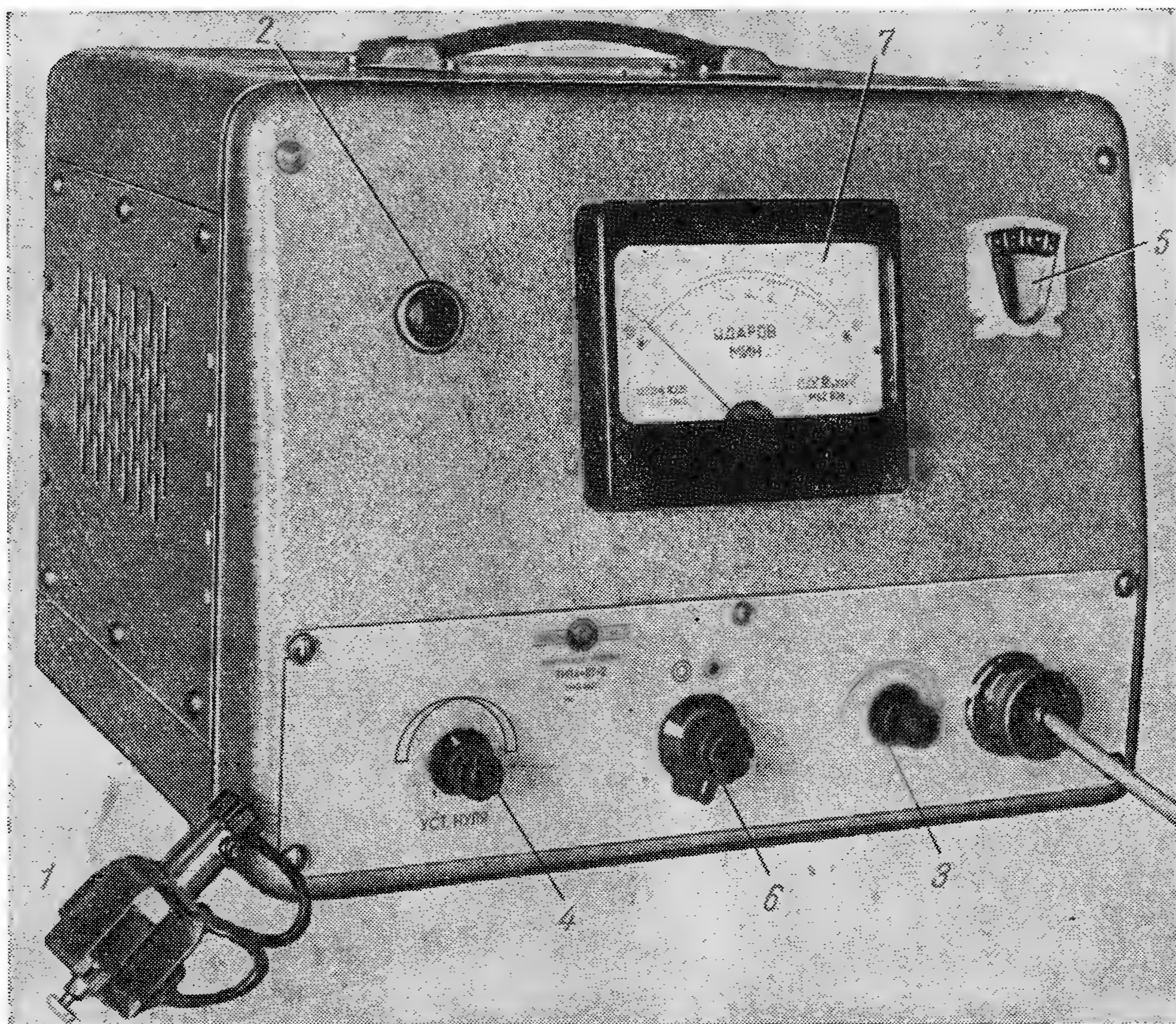


Рис. 64. Общий вид пульсотаксметра с датчиком (пояснения в тексте).

емого так, чтобы ноготь был обращен к лампочке, а подушечка пальца — к фотосопротивлению. При пользовании датчиком, работающим в отраженном свете, его устанавливают на любой крупной артерии и укрепляют бинтом. После включения в сеть при помощи выключателя (2) прибор прогревают в течение 3 минут, затем, плавно поворачивая винт датчика и наблюдая за состоянием оптического индикатора (5), добиваются максимальной чувствительности прибора. Ручкой переключателя шкалы (6) ставят желаемую шкалу (7) ручкой «установка нуля» (4), устанавливают стрелку прибора на нуль. После этого поворачивают регулятор чувствительности (3) вправо, добиваясь достаточной амплитуды пульса по индикатору и звуковому сигналу, и производят измерение частоты в спокойном положении. Просят испытуемого сделать глубокий вдох и выдох, отмечая при этом, что во время вдоха частота пульса увеличивается, а во время выдоха уменьша-

ся, а через 5—7 минут восстанавливается до исходной. Для регистрации пульса можно использовать электрокардиограф, для чего «шланг пациента» электрокардиографа присоединяют к гнездам «ЭКГ» на задней панели пульсотаксметра. Электрокардиограф заземляют и включают в сеть. Переключатель отведений электрокардиографа ставят в положение «1 отв.» Ручкой «усиление» электрокардиографа подбирают нужную амплитуду записи пульсовой кривой. Запись ведется на нижнем канале электрокардиографа.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. На небольшом отрезке записанной кривой отметьте, какой фазе сердечного цикла соответствует подъем пульсовой кривой, а какой — спуск ее. 2. Подсчитайте частоту пульса в спокойном состоянии и сравните полученную цифру с нормальными цифрами.

**Ответьте на вопросы:** 1. Что такое пульс? 2. Как и почему изменяется частота пульса во



время глубокого вдоха, выдоха и при физической нагрузке? 3. Чем можно объяснить значительную разницу между скоростью распространения пульсовой волны и линейной скоростью крови в одном и том же участке сосудистого русла?

### РАБОТА 3 (31)

#### ЗАПИСЬ ПУЛЬСА НА СОННОЙ АРТЕРИИ

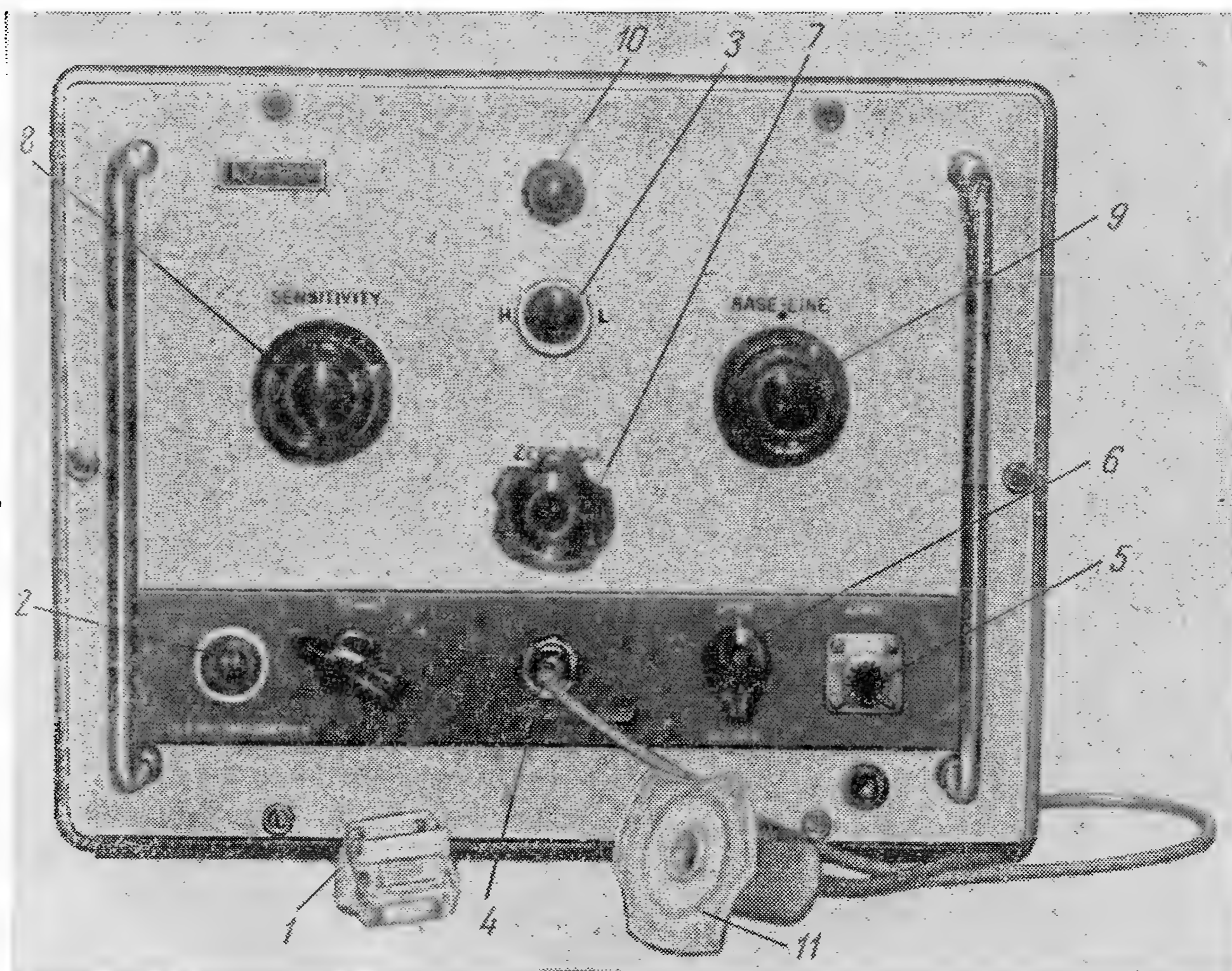
**Цель работы:** Научиться производить графическую запись пульса с помощью манометрического датчика и плетизмографа.

На кривой пульса можно различить крутой подъем (анакрота) — он связан с систолой сердца, спуск (катакрота) — он обусловлен диастолой сердца — и дикротический зубец, возникающий после окончания систолы, когда находящаяся в аорте кровь получает толчок от захлопнувшихся полулунных клапанов. В пери-

ферических сосудах дикротический зубец образуется в результате «отдачи» — сопротивления массы крови, находящейся в периферическом сосудистом русле.

**Для работы необходимы:** плетизмограф, электрокардиограф, прямоугольный манометрический датчик.

Плетизмограф (рис. 65) — это высокочувствительный прибор, регистрирующий изменения давления в закрытой системе. Трансформирующим устройством в нем служит конденсаторный манометр, мембрана которого улавливает колебания в датчике, вызванные пульсацией артерии (или изменениями объема органа). Накожный манометрический датчик (1) сделан из плексигласа, он имеет форму усеченной пирамиды. В центре верхнего основания датчика имеется полая металлическая трубка, соединенная резиновой трубкой с плетизмографом. Датчик предназначен для регистрации в замкнутой системе колебаний давления воздуха, вызываемых пульсовыми колебаниями стенки сон-



**Рис. 65.** Общий вид плетизмографа с пальцевым и прямоугольным датчиками.

1 — прямоугольный онкометрический датчик; 2 — выключатель сети; 3 — грубая регулировка чувствительности; 4 — штуцер входа плетизмографа; 5 — выход прибора; 6 — кран, перекрывающий вход пневматической системы; 7 — регулировка установки нуля; 8 — плавная регулировка чувствительности; 9 — смещение изолинии; 10 — сигнальная лампочка включения прибора; 11 — пальцевой датчик.

ной артерии и передачи их на усиливающий прибор (плетизмограф).

В качестве записывающего прибора используется электрокардиограф.

**Проведение работы.** С помощью соединительного шнура «выход плетизмографа» (5) подключают к разъему «приставка» электрокардиографа. Соединяют прямоугольный датчик (1) с «входом» плетизмографа (4) и укрепляют его на сонной артерии с любой стороны,



Рис. 66. Запись пульса на сонной артерии.  
1 — анакрота; 2 — катакрота; 3 — дикротический зубец.

закрепив тесемками на голове и на шее. Электрокардиограф и плетизмограф заземляют и включают в сеть, при этом должна загореться сигнальная лампочка (10). После прогрева приборов в течение 3 минут ручку «открыто — закрыто» (6) на передней панели плетизмографа поворачивают в положение «закрыто», ручками грубой (3) и плавной регулировки чувствительности (8) устанавливают оптимальную чувствительность прибора. Ручками «установка нуля» (7) и «основная линия» (9) на передней панели плетизмографа добиваются центрального положения писчика электрокардиографа. Манипулируя ручкой «усиление» на панели управления электрокардиографа, получают достаточную амплитуду отклонения стрелки прибора. Запись производят при скорости движения лентопотяжного механизма 100 мм/сек.

**Рекомендация к оформлению работы:** Вырежьте небольшой участок полученной кривой, отметьте отдельные компоненты пульсовой волны (типичную кривую см. на рис. 66).

**Ответьте на вопросы:** 1. Что такое анакрота и катакрота? 2. Что такое дикротический подъем и чем он обусловлен? 3. Как будет выглядеть сфигмограмма человека, у которого в результате патологического процесса повреждены (разрушены) аортальные клапаны?

#### РАБОТА 4 (32)

#### ПЛЕТИЗМОГРАФИЯ (ЗАПИСЬ ОБЪЕМНОГО ПУЛЬСА)

**Цель работы:** Ознакомиться с принципами и методикой записи плетизмограммы.

Плетизмография — это запись изменений

объема органа, связанных с его кровенаполнением. При различных условиях плетизмограмма может изменяться. Так, например, при физической работе и при действии тепла кровенаполнение органа увеличивается, а при действии холода уменьшается. Все это отражается на плетизмограмме повышением или понижением ее уровня.

**Для работы необходимы:** плетизмограф, электрокардиограф, полый цилиндрический пальцевой датчик.

Схема установки и принцип работы такие же, как и при записи пульса на сонной артерии, только вместо прямоугольного датчика берут полый цилиндрический датчик.

**Проведение работы.** Подготовку электрокардиографа к работе производят по правилам, указанным в работе «Электрокардиография».

Подготовка плетизмографа к работе — см. работу 3(31). Запись плетизмограммы производят при скорости движения лентопотяжного механизма электрокардиографа 25 мм/сек. Записав нормальную плетизмограмму, применяют воздействие холодом (лед) и снова записывают плетизмограмму пальца. Смотрят, как изменилась форма записи.

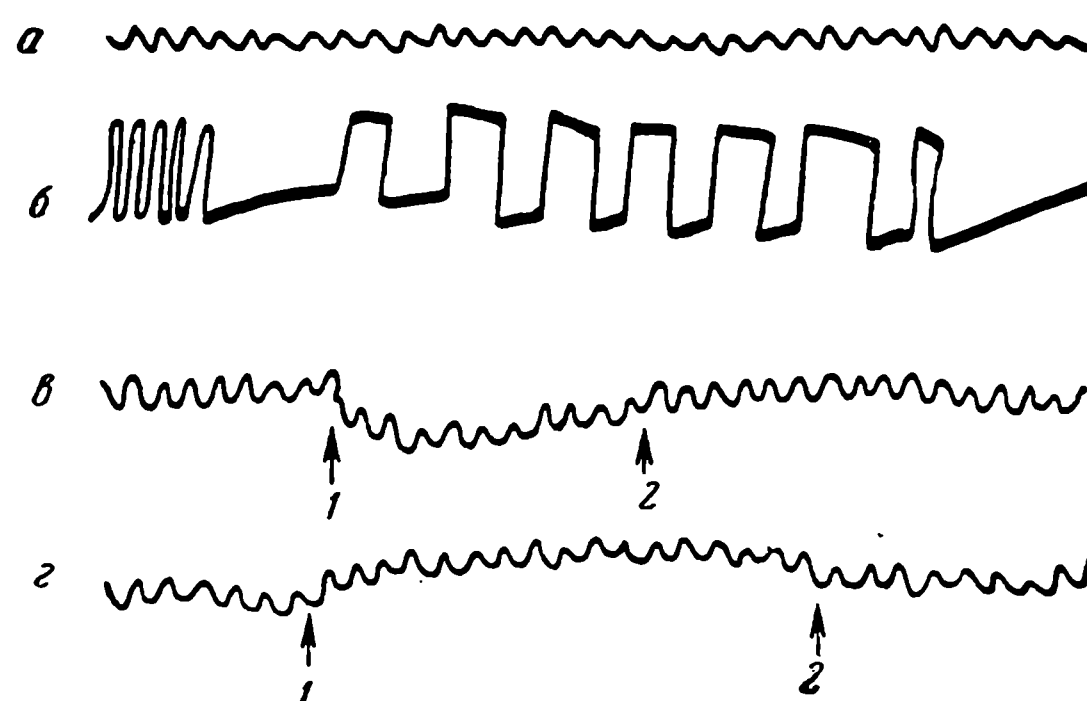


Рис. 67. Запись объемного пульса (плетизмограммы) в норме и при воздействии холода и тепла.

а — нормальная плетизмограмма; б — калибровочный сигнал; в — плетизмограмма при воздействии холода: 1 — начало воздействия; 2 — конец воздействия; г — плетизмограмма при воздействии тепла.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Вырежьте и вклейте в тетрадь небольшой отрезок записанной плетизмограммы. 2. Подсчитайте продолжительность каждого зубца плетизмограммы. 3. Сравните нормальную плетизмограмму с плетизмограммой при воздействии холодом и теплом (типичную кривую см. на рис. 67, а).

**Ответьте на вопросы:** 1. Что такое плетизмограмма? 2. Как и почему изменяется плетизмограмма при различных температурных воздей-



ствиях? 3. Какие изменения будут наблюдаться в плетизмограмме задней конечности подопытного животного после перерезки спинного мозга на уровне  $L_1$ ?

#### РАБОТА 5 (33)

#### ВЛИЯНИЕ РАЗДРАЖЕНИЯ СОСУДОСУЖИВАЮЩИХ ВОЛОКОН СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА НА КАПИЛЛЯРЫ ПЛАВАТЕЛЬНОЙ ПЕРЕПОНКИ ЛЯГУШКИ — ОПЫТ А. П. ВАЛЬТЕРА (1842)

**Цель работы:** Показать, что величина просвета сосудов зависит от нервных влияний.

Седалищный нерв является смешанным нервом, в котором проходят как сосудорасширяющие, так и сосудосуживающие нервные волок-

натор, микроскоп, электроды, миорелаксант (например, 0,1% раствор дитилина), раствор Рингера, лягушка.

**Проведение работы.** Обездвиживают лягушку подкожным введением 0,1% раствора дитилина. После того как лягушка перестанет двигаться, прикалывают ее спинкой вверх к пробковой дощечке с отверстиями и фиксируют при помощи булавок (рис. 68). В верхней трети бедра делают небольшой разрез кожи и, раздвинув стеклянным крючком мышцы, обнажают седалищный нерв (1). Подводят под нерв лигатуру, перевязывают ее и перерезают, оставляя на лигатуре периферический конец нерва. Нерв погружают обратно в мышцы. Над отверстием дощечки осторожно растягивают плавательную перепонку конечности, на которой перерезан седалищный нерв (см. рис. 68).

Во время опыта лягушку смачивают водой.

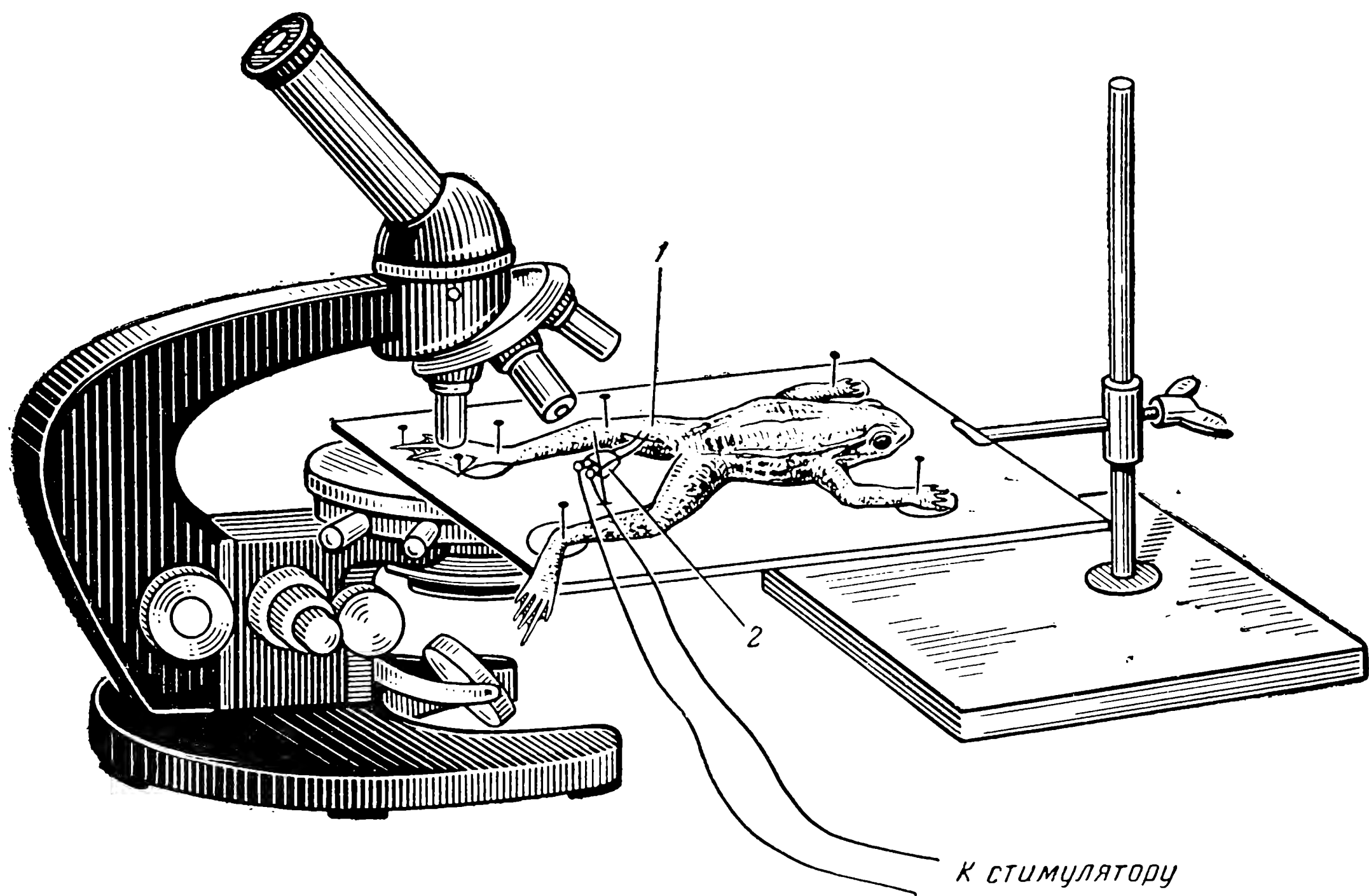


Рис. 68. Схема установки для выявления влияния раздражения сосудосуживающих нервных волокон седалищного нерва на капилляры плавательной перепонки лягушки.

1 — седалищный нерв; 2 — раздражающие электроды.

на. Сосудосуживающие нервные волокна поддерживают сосуды задних конечностей лягушки в состоянии постоянного тонуса. Перерезка этих волокон вызывает расширение сосудов задних конечностей, а последующее раздражение нерва — их сужение.

**Для работы необходимы:** набор препаровальных инструментов, дощечка с отверстиями для фиксации лягушки, нитки, булавки, стиму-

Вначале сосуды плавательной перепонки рассматривают под малым увеличением и отмечают различную скорость и направление движения крови в артериолах и венозах. Затем под большим увеличением рассматривают капилляры плавательной перепонки, отмечают замедленное движение форменных элементов крови в них. Подтягивают седалищный нерв за лигатуру, смачивают его раствором Рингера,

подводят под него электроды (2), соединенные с импульсным стимулятором, и раздражают ритмическими импульсами достаточной амплитуды и частоты. Через определенный латентный период (20—30 секунд) отмечают ускорение тока крови по капиллярам, вследствие сужения капилляра эритроциты принимают вытянутую форму. Через 20—40 секунд после окончания раздражения скорость движения крови восстанавливается, перемещение эритроцитов замедляется, вследствие расширения просвета капилляра они принимают шаровидную форму.

**Рекомендация к оформлению работы:** Подсчитайте латентный период: время от начала раздражения до увеличения скорости кровотока в сосудах плавательной перепонки, а также время от конца раздражения до восстановления первоначальной скорости кровотока.

**Ответьте на вопрос:** Почему раздражение электрическим током перерезанного седалищного нерва первоначально вызывает сужение, а затем расширение просвета сосудов?

#### РАБОТА 6 (34)

#### СОСУДОСУЖИВАЮЩИЕ НЕРВЫ УХА КРОЛИКА — ОПЫТ КЛОД БЕРНАРА (C. BERNARD, 1852)

**Цель работы:** Показать влияние симпатического нерва на тонус сосудов.

По симпатическим нервам из центральной нервной системы постоянно идут импульсы, поддерживающие кровеносные сосуды в состоянии тонуса (некоторого напряжения сосудистой стенки). Если перерезать симпатический нерв, то сосуды, тонус которых он поддерживает, резко расширятся вследствие падения последнего. Раздражение симпатического нерва вызывает увеличение тонуса мускулатуры сосудов и сужение их просвета.

**Для работы необходимы:** набор препаровальных инструментов, 40% раствор уретана, станок для фиксации кролика, импульсный стимулятор, два электрических медицинских электротермометра ТЭМП-60, электроды, кролик (лучше альбинос).

Термометр электрический медицинский ТЭМП-60 (рис. 69) — высокочувствительный прибор, выполненный на транзисторах и предназначенный для измерения температуры в различных точках поверхности и полостях тела человека и животного.

Принцип работы прибора основан на способности термистора изменять свое сопротивление при изменении температуры окружающей среды, что приводит к колебаниям электрического

потенциала, регистрируемого чувствительным гальванометром.

Колебания температуры среды улавливаются датчиками, входящими в комплекс прибора, имеющими различное назначение: 1) подмы-

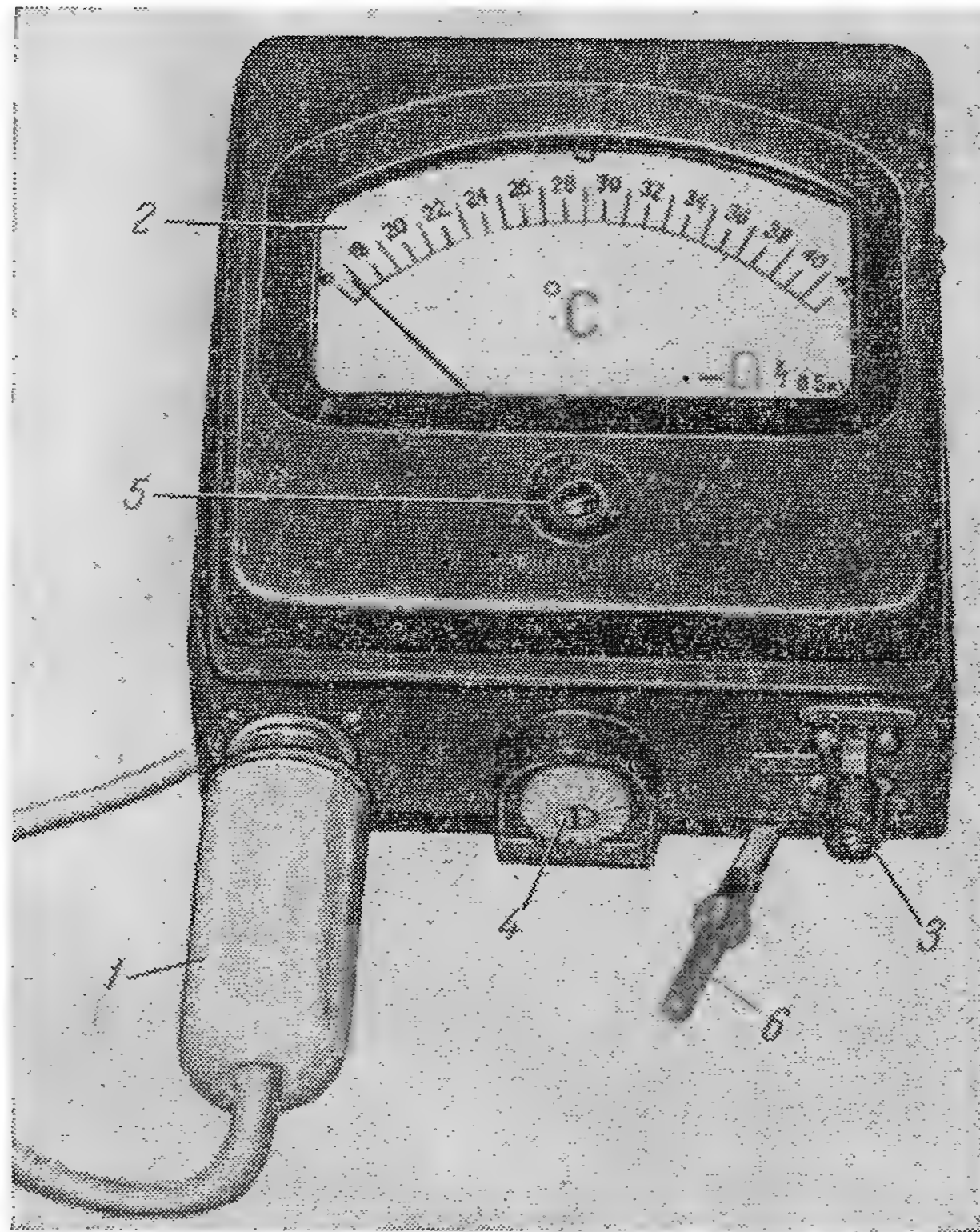


Рис. 69. Общий вид медицинского термометра ТЭМП-60.

1 — штепсельный разъем для датчика; 2 — стрелка указателя температуры; 3 — переключатель; 4 — лимб потенциометра; 5 — корректор; 6 — датчик.

шечным датчиком (применяется в данной работе); 2) кожным; 3) ректальным датчиком.

**Проведение работы.** Кролика укрепляют в станке брюшком вверх и наркотизируют животное внутривенным введением 3—5 мл 40% раствором уретана. Область шеи выстригают и после того, как кролик уснет, проводят продольный разрез по средней линии шеи. Тупым способом раздвигают мышцы и с одной стороны от трахеи находят сосудисто-нервный пучок, где проходят сонная артерия, блуждающий, симпатический и депрессорный нервы. Выделяют тонкий серовато-белого цвета симпатический нерв, берут его на лигатуру и перерезают. Затем нерв укладывают обратно между мышцами и ранку зашивают, оставляя снаружи только кончик лигатурного конца. Ранку смазывают йодом и кролика сажают обратно в клетку. Через 30—60 минут сравнивают окраску и тем-



температуру кожи обеих ушей кролика и отмечают, что на стороне перерезки симпатического нерва ухо стало ярко-красным и его кровеносные сосуды резко расширились. Пользуясь электрическими термометрами, измеряют температуру одного и другого уха одновременно. Для этого применяют подмышечный датчик (6), который подключают к прибору штепсельным разъемом (1). Устанавливают указатель на горизонтальную плоскость. Проверяют положение стрелки указателя (2); в положении «выключено» стрелка должна стоять на делении  $16^\circ$ . В случае несовпадения стрелки с делением  $16^\circ$  устанавливают ее корректором (5).

Ставят переключатель (3) в положение «контроль» и, вращая лимб потенциометра (4) (установка на  $42^\circ$ ), устанавливают стрелку указателя точно на деление шкалы  $42^\circ$ . Далее переключатель переводят в положение «выключено». Стрелка указателя устанавливается на отметке шкалы, соответствующей температуре окружающего воздуха. После подготовки прибора к работе подмышечный датчик приводят в соприкосновение с кожей уха кролика. Датчик удерживают рукой. Отсчет по шкале указателя производят после достаточной выдержки датчика в контакте с кожей уха. После измерения температуры одного и другого уха отмечают большую разницу температур. Температура уха кролика, на стороне которого перерезан симпатический нерв, оказывается на  $8-10^\circ$  выше температуры уха, нерв которого не перерезан. Далее слегка подтягивают симпатический нерв за лигатуру, накладывают на него электроды и раздражают ритмическими импульсами электрического тока с помощью импульсного стимулятора. При раздражении нерва электрическим током наблюдают сужение сосудов уха на соответствующей стороне; ухо бледнеет.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Отметьте разную по интенсивности окраску уха кролика на стороне десимпатизированной и контрольной (где нерв не перерезан). 2. Укажите на разницу температур одного и другого уха.

**Ответьте на вопросы:** 1. Что такое сосудистый тонус? 2. Почему расширились сосуды уха кролика после перерезки симпатического нерва и почему они сужаются при его раздражении?

---

#### РАБОТА 7 (35)

#### ВЛИЯНИЕ РАЗДРАЖЕНИЯ БЛУЖДАЮЩЕГО И АОРТАЛЬНОГО НЕРВОВ НА КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ

---

Кровяное давление у животного можно измерить и зарегистрировать в остром опыте. На

записанной кривой различают волны трех порядков. Волны первого порядка — это пульсовые волны, которые обусловлены работой сердца. Волны второго порядка связаны с дыхательными движениями. Волны третьего порядка обусловлены рядом факторов, в том числе колебаниями тонуса сосудодвигательного центра. Рефлекторные влияния на кровяное давление исходят из трех основных рефлексогенных зон: аортальной, синокаротидной и зоны, расположенной в устье полых вен. Но, кроме этих главных зон, рецепторы, воспринимающие изменения давления крови и ее химического состава, имеются во всех отделах сосудистого русла. От дуги аорты импульсы проходят по аортальному или депрессорному нерву. При повышении кровяного давления происходит раздражение барорецепторов дуги аорты, импульсы идут в продолговатый мозг и оттуда по блуждающему нерву к сердцу. Это вызывает урежение работы сердца и рефлекторное расширение просвета сосудов. Таким образом происходит снижение кровяного давления.

**Для работы необходимы:** станок для фиксации кролика, стимулятор, электроды, ртутный манометр, кимограф с удлинителем, артериальная канюля, зажим Диффенбаха, набор препаровальных инструментов, нитки, шприц, гепарин, 20% раствор лимоннокислого натрия или 5% раствор соды, кролик.

**Проведение работы. Подготовка манометра.** Перед опытом манометр заливают на несколько часов раствором хромбика. Затем тщательно просушивают его в сушильном шкафу и наливают ртуть. В левое колено опускают поплавок, имеющий тонкий металлический стержень, заканчивающийся писчиком. После этого одно колено манометра и резиновую трубку, предназначенную для соединения с артерией, заполняют лимоннокислым натрием или содой. Нужно строго следить, чтобы в систему не попали пузырьки воздуха.

Кролика укрепляют на станке брюшком вверх. В ушную вену, следя за дыханием, медленно вводят 4—5 мл 2% раствора уретана. Шерсть в области шеи выстригают. Скальпелем разрезают кожу по средней линии шеи. Затем раздвигают мышцы шеи, с одной стороны от трахеи находят сосудисто-нервный пучок, в состав которого входят сонная артерия, блуждающий, симпатический и депрессорный нервы; последний у кролика идет отдельно. Отпрепаровывают сонную артерию, подводят под нее две лигатуры и возможно ближе к голове перевязывают, а на центральный конец артерии накладывают артериальный зажим. Приподнимают артерию за нитку, подводят под нее палец и делают небольшой клиновидный над-

рез, в который и вводят канюлю. Канюлю перед введением в артерию заполняют 0,1 см<sup>3</sup> гепарина. Соединяют канюлю с манометром, снимают зажимы с резиновой трубки и с сонной артерии и записывают колебания артериального давления.

Далее отпрепаровывают блуждающий нерв (самый толстый нерв сосудисто-нервного пучка шеи), подводят под него лигатуру, перевязывают ближе к голове и перерезают, оставляя лигатуру на его периферическом конце. Осторожно подводят лигатуру под депрессорный нерв (самый тонкий нерв), лежащий рядом с сонной артерией, перевязывают его как можно ближе к сердцу и отрезают. Чтобы нервы не подсыхали, их кладут на мышцы и прикрывают ватой, смоченной в теплом растворе Рингера. Записывают нормальную кривую кровяного

давления при раздражении блуждающего и депрессорного нервов. (Типичную кривую см. рис. 70.)

**Ответьте на вопросы:** 1. Каковы основные механизмы регулирования уровня артериального давления крови? 2. Каковы причины падения уровня кровяного давления при раздражении депрессорного и блуждающего нервов?

#### РАБОТА 8 (36)

#### ВЛИЯНИЕ АДРЕНАЛИНА НА СОСУДЫ

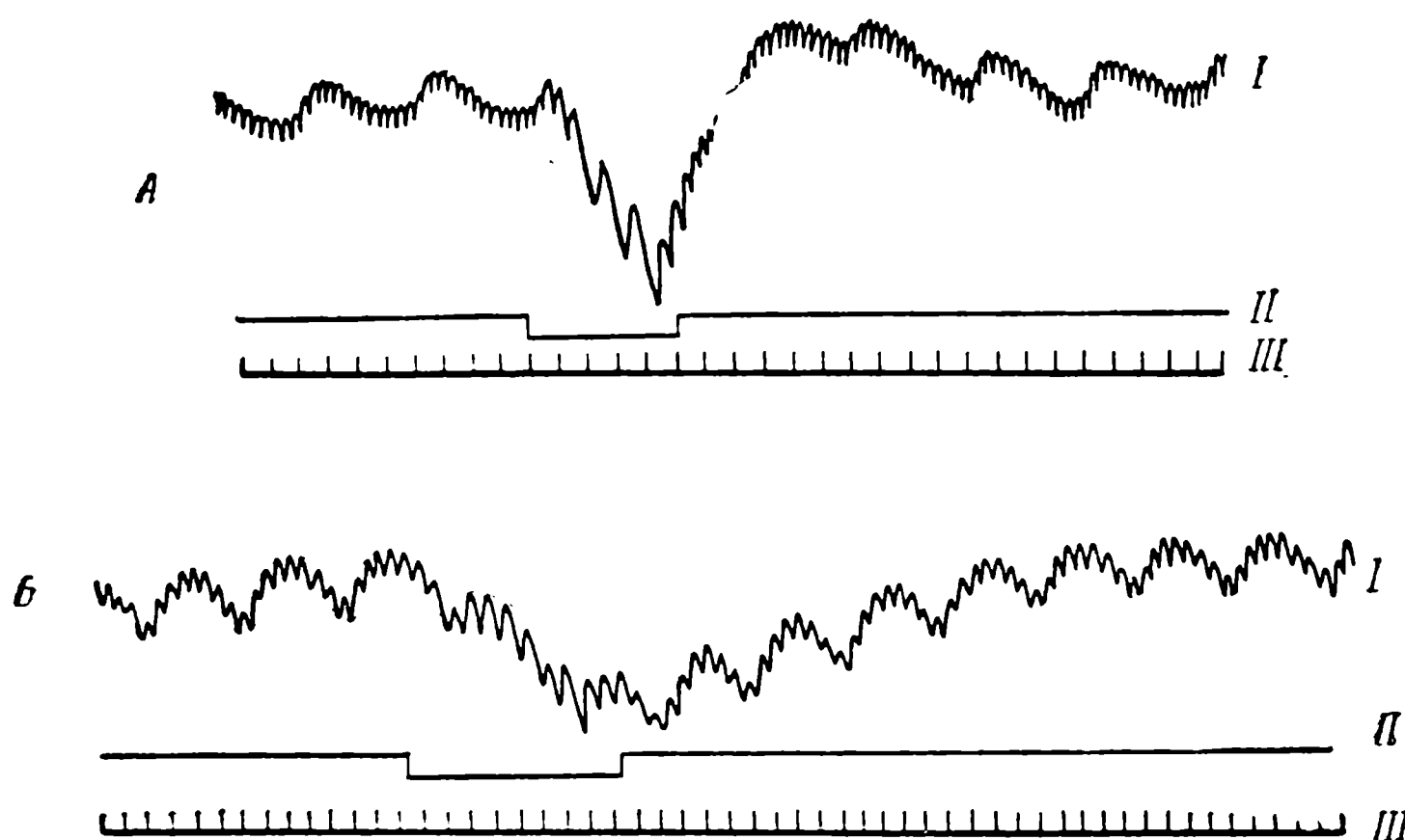
**Цель работы:** Показать сосудосуживающее действие адреналина методом перфузии сосудов.

Регуляция просвета кровеносных сосудов осуществляется не только за счет нервных влияний, гуморальные факторы также могут оказывать или сосудосуживающее, или сосудорасширяющее действие. Существует ряд веществ, которые расширяют просвет сосудов, например ацетилхолин, гистамин. Суживают просвет сосудов вазопрессин, адреналин.

**Для работы необходимы:** набор препаровальных инструментов, аппарат для перфузии, песочные часы или секундомер, штатив с зажимом, шприц с тонкой иглой, стаканчик, нитки, булавки, две тонких канюли, раствор Рингера, раствор адреналина (1 : 1000), лягушка.

**Проведение работы.** Подготовка аппарата для перфузии. Для этой цели используют стеклянный сосуд емкостью до 1000 мл, имеющий два тубуса (сверху и сбоку внизу), закрытых пробками с отверстиями для полых стеклянных трубочек (рис. 71). Трубка, вставленная в верхнее отверстие, должна быть погружена в раствор Рингера, налитый в этот сосуд (1). Боковая короткая стеклянная трубочка соединена длинной резиновой трубкой с одним из концов двойника. До проведения опыта на резиновую трубку накладывают зажим. Сосуд с перфузионной жидкостью должен находиться на 1 м выше поверхности стола.

**Приготовление сосудистого препарата.** У лягушки разрушают спинной и головной мозг и прикалывают ее булавками к дощечке брюшком вверх. Делают П-образный разрез брюшной стенки. Переднюю стенку живота вместе с брюшной веной отбрасывают в сторону. Ясно видны брюшная аорта и симпатические цепочки, идущие вдоль ее левой и правой сторон. От-



**Рис. 70.** Запись влияния раздражения блуждающего (А) и депрессорного (Б) нервов кролика на кровяное давление.

Обозначения сверху вниз: I — кривая давления; II — отметка раздражения; III — отметка времени 4 секунды.

давления (перед записью давления писчиком на бумаге кимографа подчеркивается нулевая линия). Затем подводят под депрессорный нерв электроды и раздражают в течение 10—15 секунд ритмическими импульсами, пользуясь импульсным стимулятором. Отмечают постепенное падение кровяного давления; давление восстанавливается до исходных цифр после прекращения раздражения.

Подводят электроды под периферический конец блуждающего нерва и раздражают его ритмическими импульсами такой же амплитуды и частоты. Наблюдают резкое падение кровяного давления и эффект «ускользания» сердца от раздражения, когда давление постепенно возвращается к исходному уровню.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Вклейте небольшой отрезок полученной кривой в тетрадь. 2. Отметьте различие в падении



ступя 1 см от места деления аорты на подвздошные артерии, подводят под нее две лигатуры на расстоянии 5 мм друг от друга; лигатуры не завязывают. Далее лягушку поворачивают головой к себе и, подтягивая за верхнюю лигатуру, делают клиновидный надрез аорты

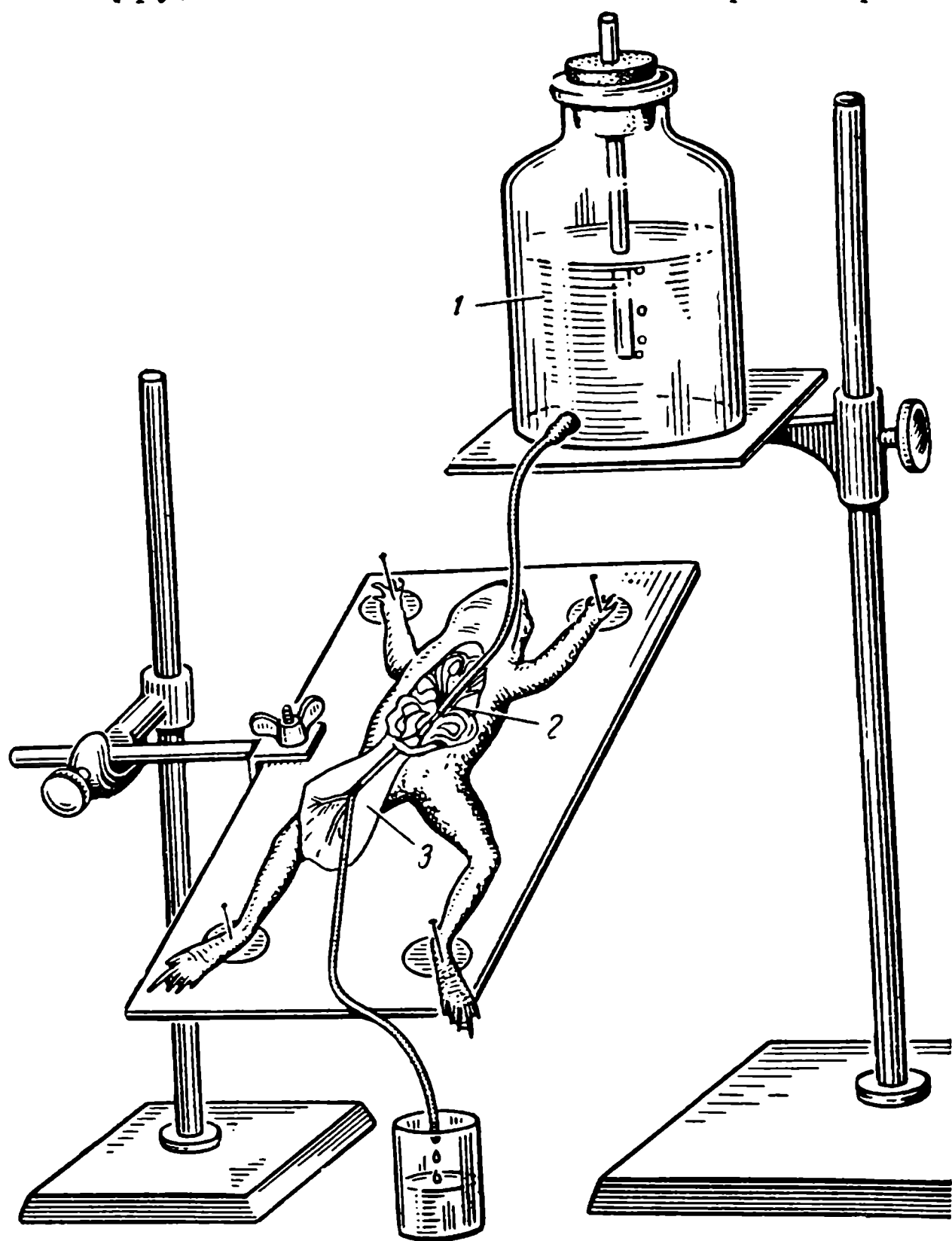


Рис. 71. Схема установки для изучения влияния адреналина на сосуды лягушки.

1 — сосуд для перфузии; 2 — аортальная канюля; 3 — венозная канюля.

маленькими ножницами и быстро вводят в открывшееся отверстие тонкую канюлю (2), наполненную раствором Рингера. Канюлю завязывают нижней лигатурой. В зияющее отверстие в брюшной вене вводят тонкую канюлю (3), которую также укрепляют лигатурой.

**Проведение опыта.** Дощечку с лягушкой укрепляют в штативе в наклонном положении, ножной конец ниже головного (положение Тренделенбурга). Канюлю, введенную в брюшную аорту, соединяют с двойником перфузионного аппарата и промывают сосудистый препарат раствором Рингера до полного исчезновения примеси крови в жидкости, вытекающей из канюли, введенной в брюшную вену. Показателем того, что раствор Рингера проходит через сосуды, являются пузырьки воздуха, вы-

ходящие в раствор из трубки, вставленной в верхнее отверстие сосуда. Производят подсчет капель, вытекающих из брюшной вены в подставленный стаканчик за каждую минуту в течение 3—4 минут. После этого непосредственно в резиновую трубку, соединяющую сосуд с брюшной аортой, тонкой иглой шприца вводят 1 мл раствора адреналина. Через 2 минуты после введения вновь производят подсчет вытекающих капель за минуту, также в течение 3—4 минут. Отмечают при этом, что число капель после введения адреналина резко уменьшилось (в 3—4 раза), что свидетельствует о сужении сосудов. К концу опыта можно заметить, что в результате усиленного притока перфузионной жидкости к нижним конечностям произошел отек тканей — конечности резко увеличились в объеме. Это указывает на значительное изменение функционального состояния стенок сосудов, особенно капилляров.

**Рекомендации к оформлению работы:**

1. Подсчитайте количество вытекающих капель за 1 минуту до и после введения адреналина.
2. Укажите на причину отека нижних конечностей, который вы видите в конце опыта.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каков механизм действия адреналина на сосуды? 2. Какие известны Вам химические вещества, оказывающие сосудорасширяющее и сосудосуживающее действие?

#### РАБОТА 9 (37)

#### ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ КРОВИ В ОСТРОМ ОПЫТЕ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ДАВЛЕНИЙ

**Цель работы:** Познакомиться с методикой измерения кровяного давления с помощью прибора ЭИД-1.

Прибор ЭИД-1 может быть использован как для определения абсолютной величины давления крови, так и для его графической регистрации. При этом может быть записано среднее, максимальное и минимальное давление.

**Для работы необходимы:** прибор ЭИД-1 с датчиком для регистрации кровяного давления, осциллоскоп, набор препаровальных инструментов, шприцы на 20 мл и 5 мл, артериальная канюля, нитки, 5% раствор лимоннокислого натрия или соды, гепарин, 40% раствор уретана, кролик или кошка.

**Проведение работы.** Соединяют выносной высокочастотный генератор с датчиком для регистрации давления крови и прибором. Переключатель датчиков на боковой стенке прибора

ставят в положение «датчик давления». Включают прибор в сеть (при этом должна загореться лампочка в левом верхнем углу передней панели). После этого прибор должен прогреться в течение 1 часа. Подготавливают животное к опыту. Соединяют канюлю, введенную в сонную артерию животного, с помощью малоэластичной трубки (например, из фторопласта)

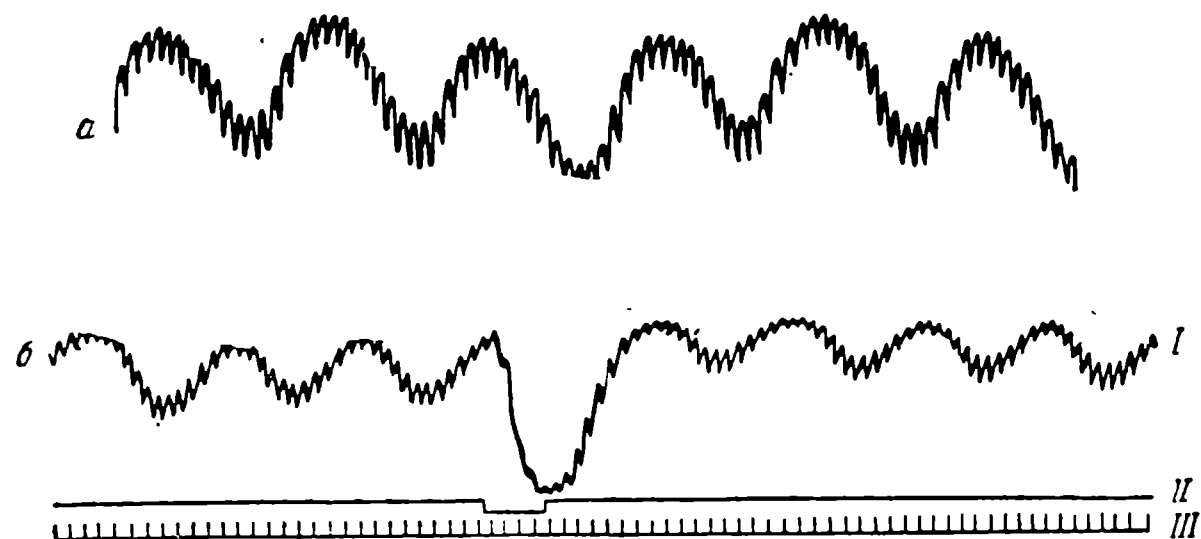


Рис. 72. Запись кровяного давления (а) с помощью ЭИД-1 и влияния на него раздражения блуждающего нерва (б) у кролика.

I — запись кровяного давления; II — отметка раздражения; III — отметка времени 2 секунды.

со штуцером датчика. Трубку предварительно заполняют физиологическим раствором, в который добавлен гепарин (для предотвращения свертывания крови). Ставят переключатель «аттенюатор давления» на передней панели прибора в положение, соответствующее предполагаемой величине давления крови, а переключатель «число колебаний в минуту» в положение «0+5». Краник датчика переводят в положение «открыто». Стрелку на шкале измерительного прибора устанавливают на «0» с помощью ручек грубой и плавной установки нуля. После этого ставят переключатель «число колебаний в минуту» в положение, примерно соответствующее частоте сердцебиений. Ставя переключатель «род работы» в положения « $P_{\max}$ », « $P_{\text{ср}}$ », « $P_{\min}$ », производят отсчет измеряемой величины по шкале прибора.

Для визуального наблюдения колебаний измеряемого давления можно использовать осциллоскоп, для подключения которого имеются специальные разъемы на задней панели прибора.

Для графической регистрации кровяного давления используют электрокардиограф, на который необходимо подать выходной сигнал со специального разъема на задней панели ЭИД-1.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Запишите абсолютные цифры давления крови:  $P_{\max}$ ,  $P_{\text{ср}}$ ,  $P_{\min}$ . 2. Сравните полученные цифры с нормальными цифрами давления. 3. Определите, волны какого порядка получены на кривой. (Типичную кривую см. рис. 72.)

**Ответьте на вопросы:** 1. Каковы механизмы поддержания относительно постоянного уровня кровяного давления? 2. Изменится ли уровень кровяного давления у человека, если он в течение 20—30 секунд будет усиленно дышать чистым кислородом? Если «да», то почему?

#### РАБОТА 10 (38)

#### РЕГИСТРАЦИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО, ВЕНОЗНОГО, ОБЪЕМНОГО АРТЕРИАЛЬНОГО ПУЛЬСА КОНЕЧНОСТЕЙ И ТАХООСЦИЛЛОГРАММЫ С ПОМОЩЬЮ СФИГМОГРАФА

**Цель работы:** Ознакомиться с методикой регистрации пульса и тахоосциллограммы с помощью сфигмографа типа СФ2-01.

Для всестороннего изучения состояния сердечно-сосудистой системы важно записать и проанализировать одномоментно различные проявления деятельности сердечно-сосудистой системы. Для этой цели служит сфигмограф типа СФ2-01 — приставка к пятиканальному электрокардиографу с фотоэлектрическим самописцем. Прибор позволяет записать кривую центрального артериального пульса (сонная и подключичная артерии), кривые пульса лучевой, бедренной и яремной вен, а также объемный артериальный пульс конечностей. С помощью прибора можно записать артериальное давление непрямым путем — тахоосциллограмму. Тахоосциллограмма позволяет определить минимальное, среднее и максимальное давление.

**Для работы необходимы:** Сфигмограф типа СФ2-01 с датчиками для измерения давления, пятиканальный электрокардиограф типа ЭКГ5-01.

Принцип работы прибора основан на измерении изменений объема изучаемого органа, преобразующихся в изменении давления, которые передаются на высокочувствительную мембрану емкостного датчика. В свою очередь колебания мембраны емкостного датчика преобразуются в колебания тока соответствующего напряжения.

Пульсовые колебания сонной, бедренной и лучевой артерий воспринимаются специальными датчиками пульса, сделанными в виде воронки. Объемный артериальный пульс плеча, предплечья, бедра и голени вызывает объемные изменения полости специальных резиновых манжеток. Колебания артериального давления также воспринимаются стандартными резиновыми манжетками. Венный пульс регистрируется пневматическим датчиком. Прибор имеет



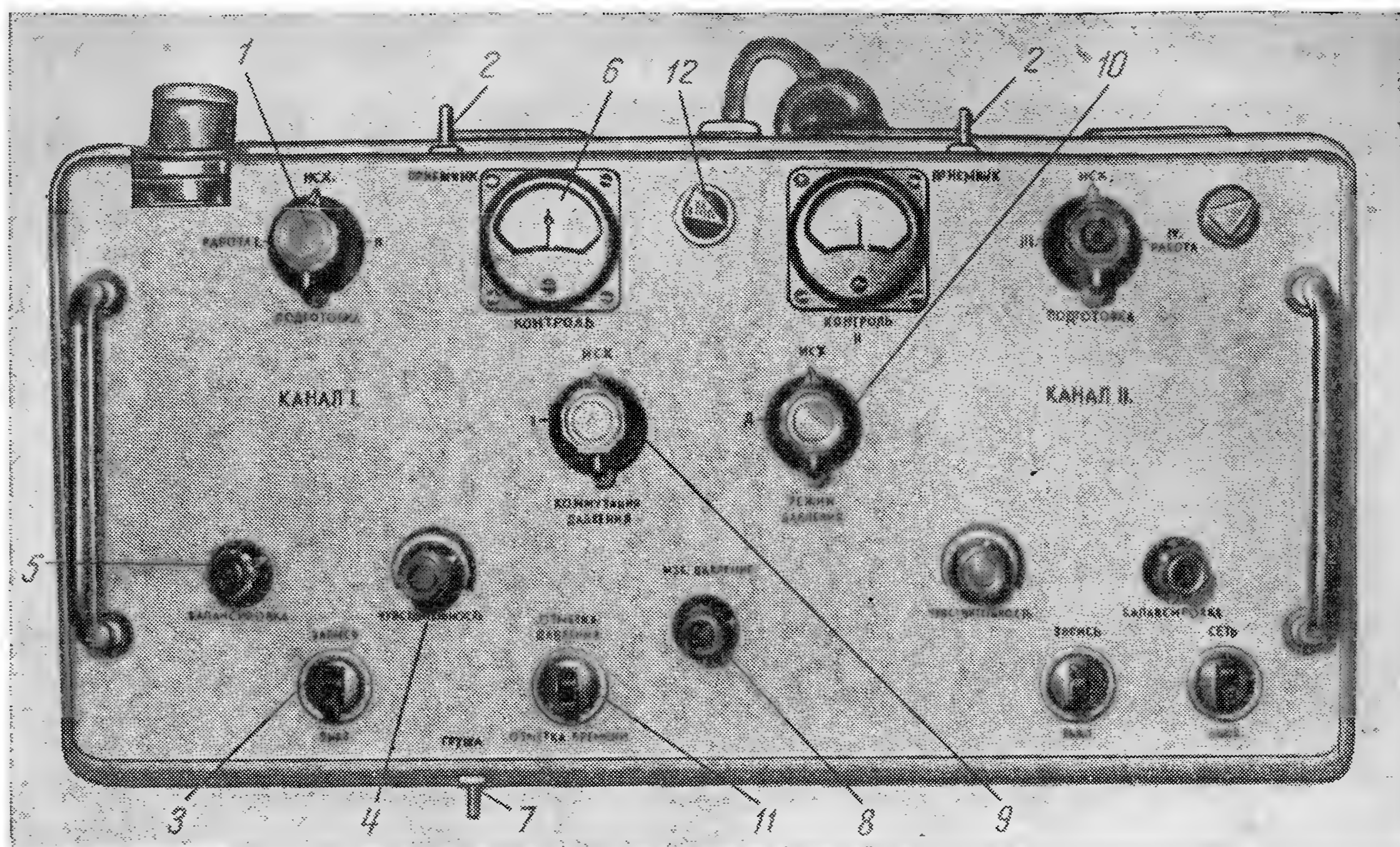


Рис. 73. Общий вид верхней панели сфигмографа СФ2-01: 1 — переключатель рода работ; 2 — разъем приемника; 3 — тумблер включения записи; 4 — регулировка чувствительности; 5 — балансировка усилителя; 6 — миллиамперметр; 7 — разъем для включения резиновой груши; 8 — ручка «избыточное давление»; 9 — ручка «коммутация давления»; 10 — ручка «режим давления»; 11, 12 — тумблер и индикаторная лампочка.

два самостоятельных канала (первый и второй) (см. рис. 73).

Левый канал прибора предназначен для регистрации тахоосциллограммы. Отметчик давления позволяет наносить отметки, соответствующие давлению в компрессионной манжетке (25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250 мм рт. ст.).

**Проведение работы. 1. Подготовка прибора к регистрации артериального пульса.** Датчик пульса устанавливают на артерию, обеспечивая при этом герметичность соприкосновения полости датчика с поверхностью тела. Для регистрации пульса лучевой артерии пользуются датчиком с пелотом, а пульса сонной и бедренной артерий — датчиком без пелота. Датчик пульса лучевой артерии на конечности укрепляют пластиковым ремешком. Пульс сонной артерии регистрируют датчиком, укрепленным на шее пластиковым ремешком или на прилагаемом к прибору штативе. Для регистрации пульса бедренной артерии датчик укрепляют на штативе. Крепление датчика на штативе осуществляют раздвижным зажимом, для чего гайку поворачивают до упора, в отверстие зажима заводят датчик и зажимают его, поворачивая гайку.

При регистрации пульса сонной артерии плиту штатива подкладывают под спину пациента, причем длинная сторона ее должна располагаться вдоль тела. Стойку штатива прижимают к шее, далее производят ориентацию датчика по отношению к месту его наложения и наглухо зажимают его в штативе. При регистрации пульса бедренной артерии плиту штатива подкладывают под бедро.

Ручки первого и второго каналов, находящиеся в правом и левом верхних углах, устанавливают в положение «исх.» (1), а свободный конец резиновой трубки датчика надевают на штуцер входа датчика соответствующего канала, обозначенного словом «приемник» (2). Тумблер (3) ставят в положение «выкл.». Ручку «чувствительность» (4) поворачивают в положение максимальной чувствительности. Ручку (1) переводят в одно из рабочих положений — «1» для первого канала и «3» для второго канала. Ручкой «балансировка» (5) колебания стрелки миллиамперметра (6) переводят на середину шкалы, при этом стрелка миллиамперметра должна колебаться в пределах половины шкалы; если отклонения стрелки меньше половины шкалы, то ручку (1) ставят соответственно в положение «2» и «4».

Кабель прибора с отметкой «I» или «II» подключают к любому каналу электрокардиографа. Тумблер (3) ставят в положение «запись». Стрелку переключателя отведения электрокардиографа переводят в положение «0». Ручкой «усиление» канала электрокардиографа устанавливают размах записи по отклонению «зайчика» на экране самописца. Ручкой «смещение луча, электрический регулятор» устанавливают положение луча на экране самописца. Запись производят при скорости протягивания фотобумаги 50 или 100 мм/сек.

«давление источника, контроль 12» (это значит, что в бачке низкого давления давление достигло 300—320 мм рт. ст.).

На конечность накладывают манжетку, которую соединяют резиновой трубкой с одним из каналов прибора через штуцер «приемник» (2). Ручку (1) переводят в положение «подготовка». Ручку-кнопку «избыточное давление» поворотом устанавливают в положение, определяемое величиной избыточного давления, которое необходимо создать в манжетке. Если ручка-кнопка не нажата, то в манжетке создается

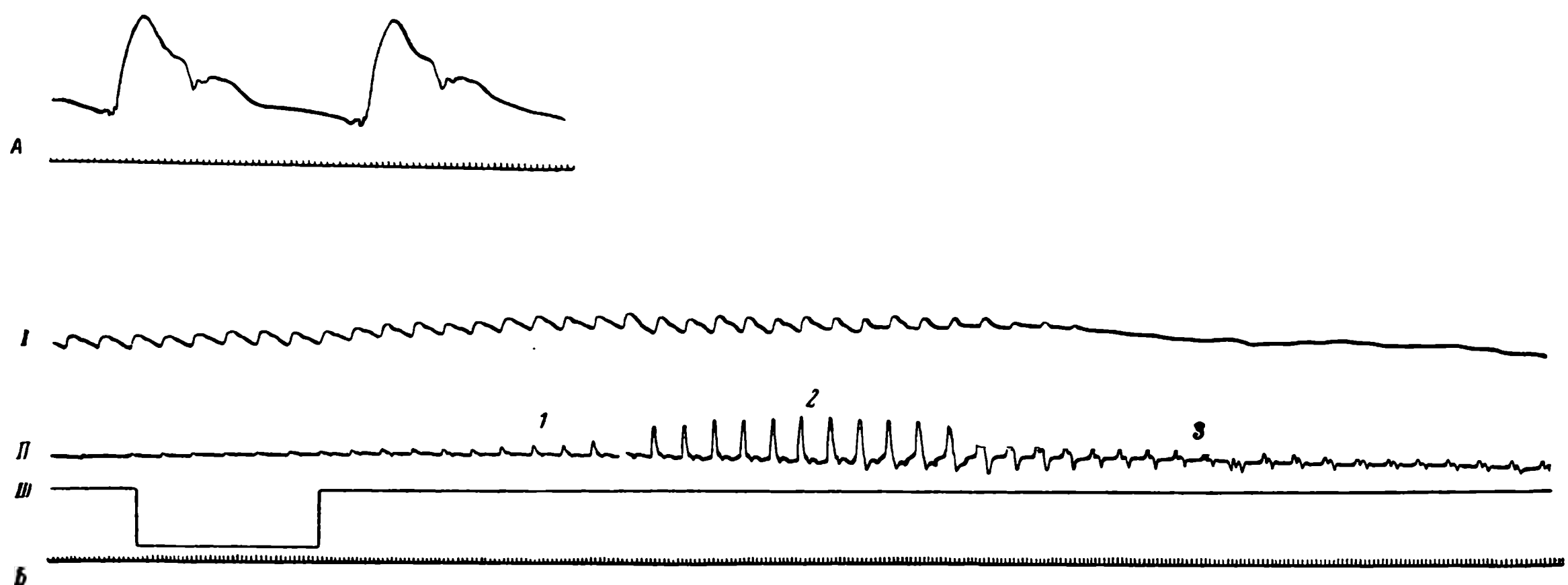


Рис. 74. Сфигмограмма и тахоосциллограмма, записанные с лучевой артерии с помощью сфигмографа: А — сфигмограмма; Б — тахоосциллограмма: I — запись пульса; II — запись давления: 1 — минимальное давление; 2 — среднее давление; 3 — максимальное давление; III — отметка давления в мм рт. ст.

2. Подготовка прибора к регистрации венозного пульса. Укладывают пациента, подбородок его несколько приподнимают. Датчик венозного пульса устанавливают над наружной яремной веной в области прохождения ее над грудино-ключично-сосковой мышцей. Датчик венозного пульса устанавливают при помощи штатива; сила его прижатия в области вены должна быть минимальной при условии соблюдения герметичности полости датчика. Далее действуют так же, как при подготовке прибора к регистрации артериального пульса.

Если регистрируют одновременно пульс артерии и пульс яремной вены, на плиту штатива устанавливают две стойки, при этом одну стойку располагают с правой стороны шеи, другую — с левой.

3. Подготовка прибора к регистрации объемного артериального пульса. Создают давление в пневмосистеме, надев на разъем с обозначением «груша» (7) свободный конец резиновой трубки, идущей от груши; воздух нагнетают до тех пор, пока не загорится зеленая индикаторная лампочка

давление 6—10 мм рт. ст. Если она нажата, то давление в манжетке будет 25—30 мм рт. ст. Ручка-кнопка должна находиться в нажатом состоянии в течение 5—10 секунд. Далее действуют по указанному выше плану.

4. Подготовка прибора к регистрации тахоосциллограммы. Создают давление в пневмосистеме, действуя так же, как указано выше. На конечность накладывают компрессионную манжетку, а свободный конец манжетки соединяют со штуцером «приемник» (2) левого канала (регистрацию производят только на левом канале). Манжетку накладывают так, чтобы под ней проходило 2—3 пальца руки. Ручку (1) переводят в положение «I», ручку «коммутация давления» (9) также устанавливают в положение «I». Тумблер (3) ставят в положение «выкл.». Ручкой «балансировка» (5) устанавливают стрелку миллиамперметра на «0». Ручку крана «режим давления» переводят в положение «К». Максимальный размах стрелки не должен быть меньше половины ширины шкалы. Если сигнал недостаточен, то переводят ручку (10) в положение «Д», ручку «коммутация давления» (9) — в положение



ние «II» и запись производят в более чувствительной позиции «II» ручки (1).

Разъем «1» прибора подключают к третьему каналу электрокардиографа, а разъем «0» — к пятому каналу. Ручку переключения отведений канала, к которому подключен разъем «1» кабеля регистратора сфигмографа, устанавливают в положение «0», а ручку отведения пятого канала — в положение «ПР2». Тумблер (11) устанавливают в положение «отметчик давления», а тумблер (3) — в положение «запись». Регулятором усиления третьего канала электрокардиографа устанавливают амплитуду записи. Запись производят при скорости протягивания фотобумаги 12,5 мм/сек.

**Рекомендации к оформлению работы:** Проявите и закрепите фотобумагу с записью, дайте ей высохнуть и после этого произведите анализ полученных кривых: а) на кривой артериального пульса отметьте анакроту, катакроту и дикротический зубец (типичную кривую см. на рис. 74, А); б) сравнивая кривые пульса сонной и бедренной артерий, укажите на различие в расположении зубцов; в) обозначьте и объясните происхождение зубцов венного пульса; г) проанализируйте кривые объемного пульса; д) отметьте, какая часть тахоосциллограммы отражает максимальное, среднее и минимальное давление (типичную кривую см. на рис. 74, Б).

**Ответьте на вопросы:** 1. Что такое пульс? 2. Каково в норме максимальное, среднее и минимальное артериальное давление крови? 3. Что отражает кривая объемного пульса?

---

#### РАБОТА 11 (39) РЕОГРАФИЯ

---

**Цель работы:** Ознакомиться с принципами и методикой реографии.

Реография — метод исследования функций кровообращения, основанный на регистрации изменений электрического сопротивления человеческого тела, возникающего в результате деятельности сердца и колебания кровенаполнения сосудов. Зубцы реограммы напоминают зубцы пульсовой кривой. Известно, что сопротивление живых тканей изменяется в различные фазы сердечного цикла и дыхания. Существует зависимость между изменением сопротивления различных отделов тела электрическому току и колебаниями кровенаполнения сосудов исследуемой части тела. Сразу же после систолы сердца сопротивление конечностей уменьшается, что связано с увеличившимся наполнением кровью периферических артерий. Если укрепить

электроды на дистальном и проксимальном концах конечности, электрический ток будет распространяться через всю массу конечности, через кровь, лимфу и тканевую жидкость, которые являются хорошими проводниками электрического тока. Сила электрического тока, действующего на пациента, составляет всего 20—33 ма и не вызывает у последнего неприятных ощущений.

Можно записать и исследовать черепную реограмму, реограмму конечностей, пальцевую, печени и т. д. Особенно важна реограмма, записанная в области сердца — реокардиограмма.

**Для работы необходимы:** реограф типа РГ1-01, электроды, пятиканальный электрокардиограф типа ЭКГ5-01.

Принцип работы прибора РГ1-01 (рис. 75). Исследуемый участок живой ткани, представляющий собой комплексное сопротивление, включается в одно из плеч мостовой схемы. Колебания сопротивления данного участка ткани вызывают изменения электрического потенциала в диагонали моста. Этот потенциал устанавливается и регистрируется с помощью шлейфного гальванометра на электрокардиографе. Регистрируемый процесс записывается в виде реограммы.

**Проведение работы.** Подготовку прибора к работе производят согласно правилам инструкции, прилагаемой к прибору.

Подготовка пациента к исследованию. Укладывают пациента на 15 минут. Для регистрации грудной реограммы (реограммы с области сердца) используют свинцовые электроды площадью 120×100 и 100×80 мм. Один электрод (100×80 мм) накладывают на область верхушки сердца, другой (120×100 мм) — на область правой лопатки. Между электродами и телом пациента помещают фланелевые прокладки, смоченные физиологическим раствором. Электроды укрепляют резиновым бинтом, наложенным вокруг грудной клетки. Ложась на спину, пациент прижимает собой электрод на лопатке, а электрод на области верхушки сердца прижимают мешочком с песком.

Для записи черепной реограммы используют круглые посеребренные электроды из латуни диаметром 30 мм. Один электрод укрепляют на область лобного бугра, а другой — на той же стороне черепа на сосцевидном отростке; такие же электроды накладывают на другую половину черепа. Между электродами и телом пациента помещают круглые фланелевые прокладки, смоченные физиологическим раствором. Электроды укрепляют резиновым бинтом к голове. Запись реограммы производят последовательно с двух половин черепа.

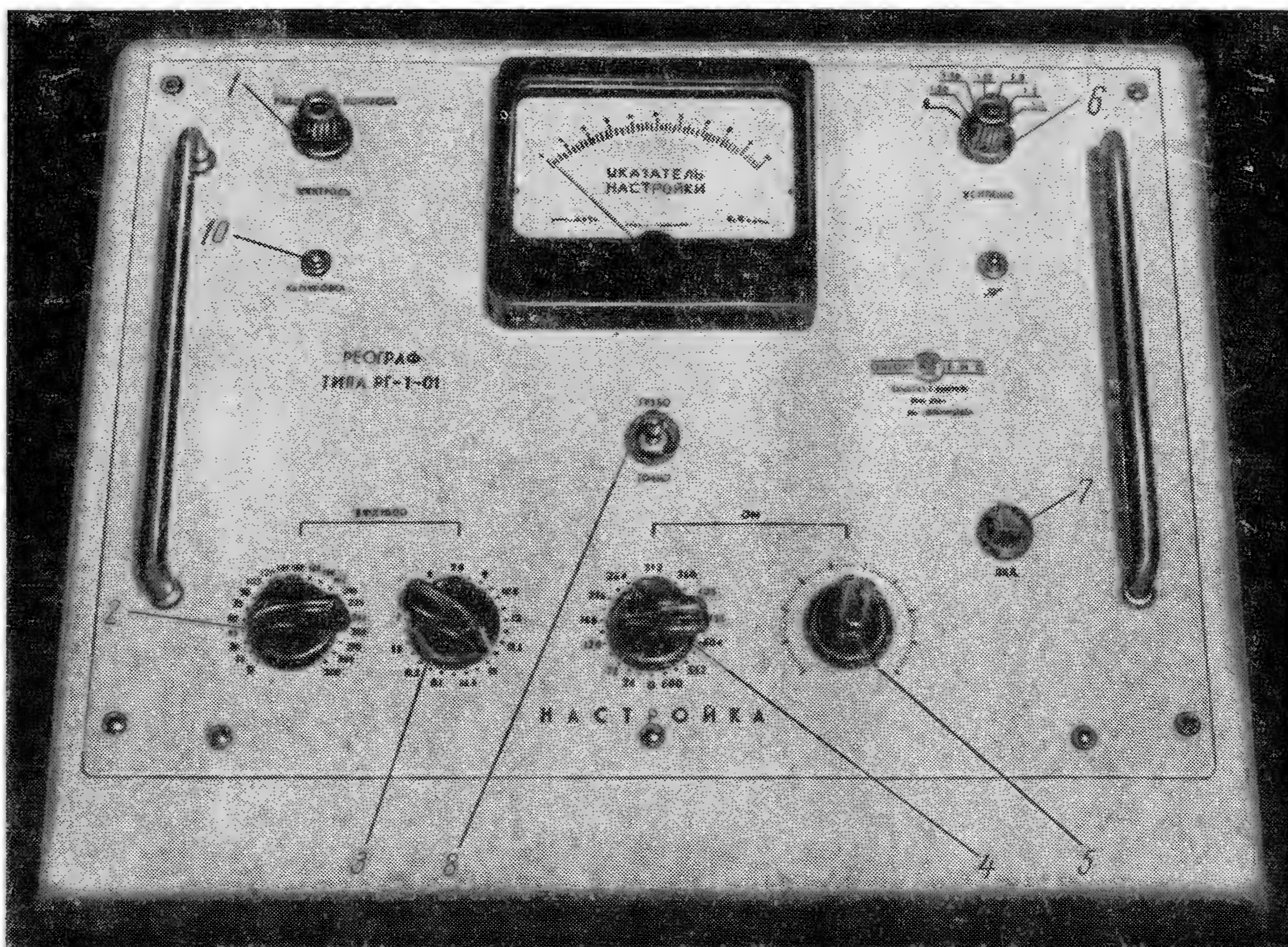


Рис. 75. Общий вид верхней панели реографа: 1 — переключатель рода работ; 2 — грубая настройка чувствительности; 3 — плавная настройка чувствительности; 4, 5 — ручки грубой и плавной настройки; 6 — ручка усиления; 7 — индикаторная лампа; 8 — переключатель «грубо — точно»; 9 — указатели настройки; 10 — кнопка калибратора.

Для регистрации реограммы конечностей нужно взять прямоугольные посеребренные электроды из латуни; на плечо и бедро накладывают электроды размером  $70 \times 50$  мм, на предплечье и голень —  $50 \times 40$  мм.

Для регистрации реограммы печени используют свинцовые электроды размером  $120 \times 100$  и  $100 \times 80$  мм. Большой электрод накладывают справа на уровне задней нижней границы легкого между аксиллярной и паравертебральной линией. Меньший электрод помещают на уровне правого переднего угла ребер вправо от мамиллярной линии.

После наложения любых электродов белые и черные наконечники проводов кабеля пациента подключают к парным электродам.

Далее производят настройку мостовой схемы. Для этого ставят переключатель рода работ в положение «работа» (1). Тумблер настройки (8) находится в положении «грубо». Ручку переключателя емкости грубой настройки (2) поворачивают так, чтобы стрелка указателя балансировки моста (9) сместилась в сторону нуля. Вращая переключатели плавной настройки

(3) и потенциометра «ОМ» (5), добиваются минимального отклонения стрелки указателя. Если стрелка указателя перестала двигаться влево, снова увеличивают емкость переключателем емкостей грубой настройки (2), доводя стрелку указателя до минимального положения; манипулируя попеременно этими ручками, добиваются минимального (около нуля) отклонения стрелки указателя настройки.

Затем переключатель настройки переводят в положение «точно». Стрелка указателя настройки снова уходит вправо. Манипулируя ручками переключателя емкостей плавной настройки и потенциометром «ОМ» (3), (4) и (5) снова добиваются отклонения стрелки, близкой к нулю, и переводят переключатель в положение «грубо» (8). После настройки мостовой схемы переходят к записи реограммы с помощью электрокардиографа типа ЭКГ5-01; записывают калибровочный сигнал в 0,1 ом, нажимая кнопку калибратора (10).

Одновременно с реограммой регистрируют электрокардиограмму (II отведение). Манипулируя ручкой «усиление», подбирают амплиту-



ду реограммы, в  $2-2\frac{1}{2}$  раза большую амплитуду зубца *R* электрокардиограммы. Скорость движения фотобумаги 25 или 50 мм/сек.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Про-

ную кривую см. на рис. 76, А). 3. Укажите, какому зубцу электро- и фонокардиограммы соответствуют зубцы реограммы (типичную кривую см. на рис. 76, Б, В).

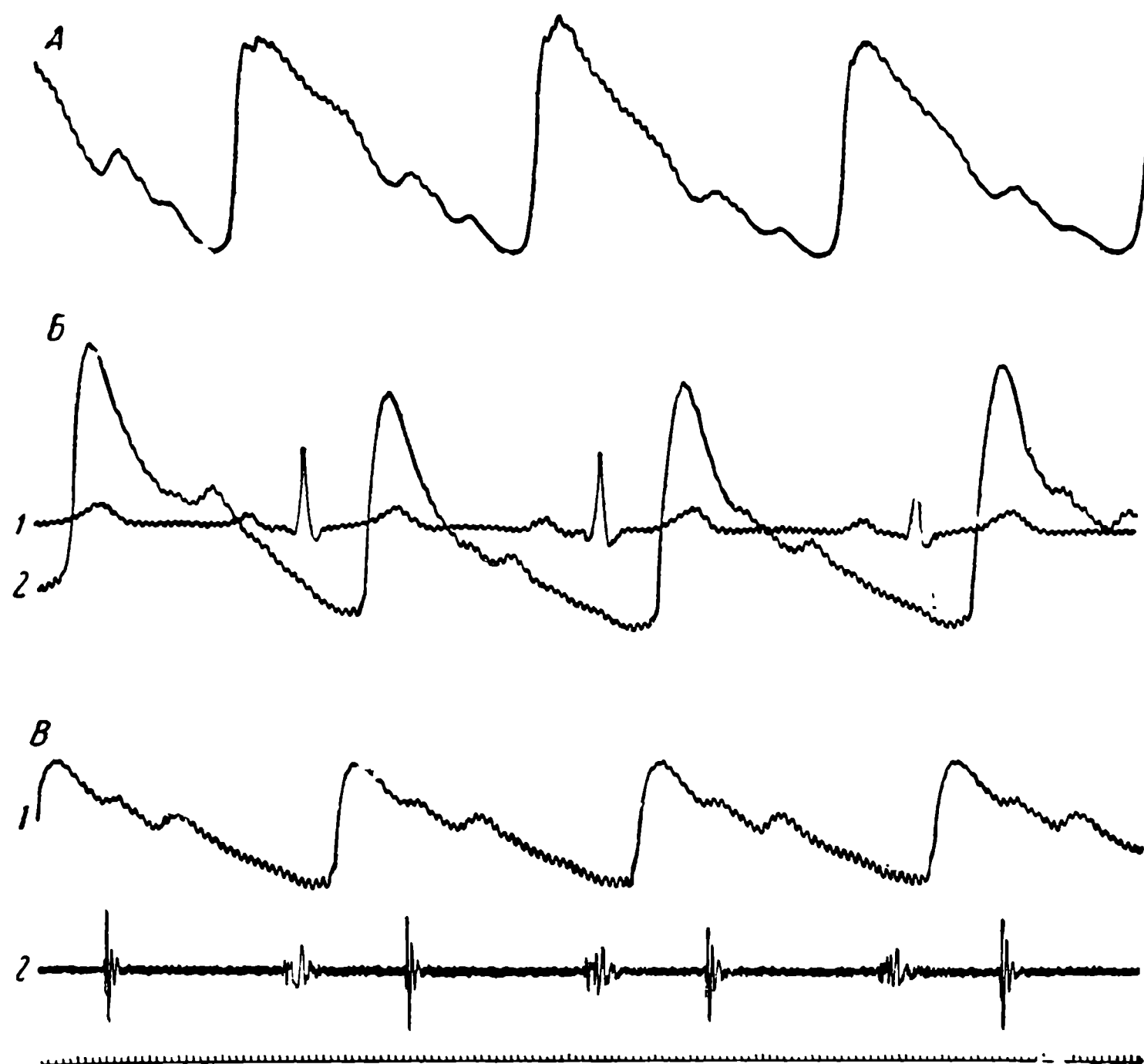


Рис. 76. Реограммы, полученные с помощью реографа.

А — реограмма верхней конечности. Б — реограмма верхней конечности с электрокардиограммой. В — реограмма верхней конечности с фонокардиограммой.

явите и закрепите фотобумагу с записью реограммы. 2. Вырежьте небольшой участок фотобумаги с записью и вклейте в тетрадь (типич-

**Ответьте на вопросы:** 1. Что такое реограмма? 2. Изменится ли реограмма при отеках тела и, если изменится, то как и почему?

## ГЛАВА V

### ДЫХАНИЕ

Сущность процесса дыхания сводится к обеспечению тканей кислородом, необходимым для окислительных процессов, и выделению из организма углекислого газа, образующегося в результате обмена веществ. Различают три основных этапа дыхания: внешнее дыхание, перенос газов кровью и тканевое дыхание.

Внешним дыханием называются обмен газов между легкими и окружающей средой.

Перенос газов кровью осуществляется после физического растворения  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  в крови

и связывания их различными компонентами крови.

Тканевым дыханием называется обмен газов между кровью и клетками тканей. Тканевое дыхание осуществляется за счет действия сложных ферментативных систем.

Дыхательные движения — наиболее доступная для наблюдения форма проявления деятельности дыхательной системы, поэтому изучение их характера наряду с исследованием объемов и состава вдыхаемого и выдыхаемого

воздуха имеет большое значение при функциональной оценке дыхания.

Регуляция дыхательных движений осуществляется сложным по структуре дыхательным центром. Образующие его нейронные системы, расположенные в ретикулярной формации продолговатого мозга, обладают автоматией и находятся под воздействием вышерасположенных

#### РАБОТА 1 (40) ПНЕВМОГРАФИЯ

**Цель работы:** Записать дыхательные движения в различных условиях, пользуясь различными методиками.

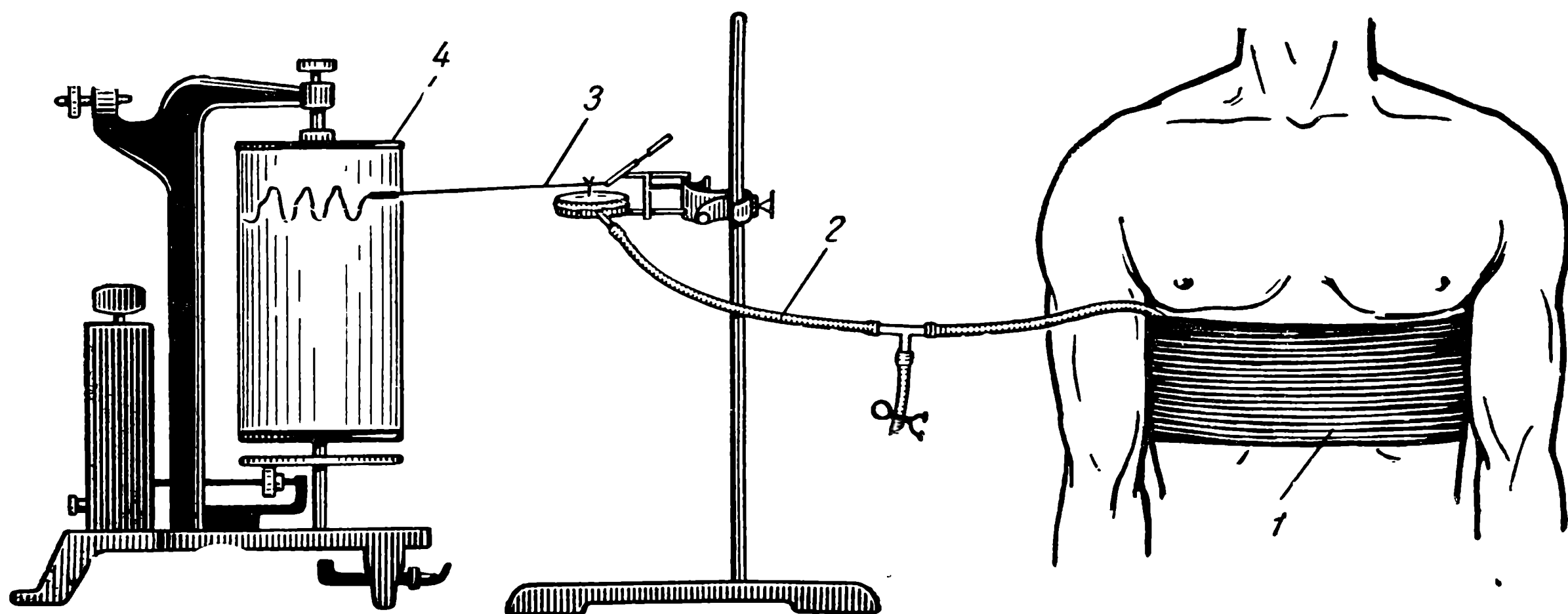


Рис. 77. Схема графической регистрации дыхания с помощью капсулы Маррея (пневмография).

1 — резиновая нагрудная манжетка для регистрации дыхательных движений грудной клетки; 2 — резиновая трубка; 3 — капсула Маррея; 4 — кимограф.

отделов мозгового ствола и коры больших полушарий. Динамика дыхания непрерывно приспособляется к меняющимся условиям внешней и внутренней среды за счет нервных и гуморальных воздействий на дыхательный центр.

Афферентные импульсы, приводящие к рефлекторным изменениям дыхания, поступают как от рецепторов легких и межреберных мышц, так и от других рецепторов организма.

Гуморальные факторы могут влиять как непосредственно на хеморецептивные структуры дыхательного центра, так и рефлекторно с хеморецепторных рефлексогенных зон сосудистого русла. Наиболее выраженное влияние на дыхание оказывает избыток в крови  $\text{CO}_2$  и недостаток  $\text{O}_2$ .

Эфферентные импульсы от дыхательного центра поступают к мотонейронам передних рогов спинного мозга, иннервирующим дыхательную мускулатуру.

Отмеченные особенности системы дыхания обуславливают характер и разнообразие методик ее функционального исследования.

Методом пневмографии пользуются для изучения различных состояний дыхательной системы в клинике и эксперименте. Пневмограмма позволяет установить частоту дыхания, продолжительность фаз вдоха и выдоха и их соотношения.

#### Задача I Регистрация дыхательных движений с помощью капсулы Маррея

**Для работы необходимы:** манжетка для измерения кровяного давления, резиновая трубка, капсула Маррея, кимограф.

**Проведение работы.** В качестве датчика применяют обычную манжетку для измерения кровяного давления (рис. 77, 1), которую с помощью резиновых трубок (2) через тройник с зажимом соединяют с капсулой Маррея (3). Открывают зажим, заполняют систему небольшим количеством воздуха. Манжетку укрепляют на поверхности грудной клетки (в нижней ее трети). Колебания воздуха в манжетке при вдохе и выдохе передаются записывающему устройству. С помощью писчика капсулы Маррея за-



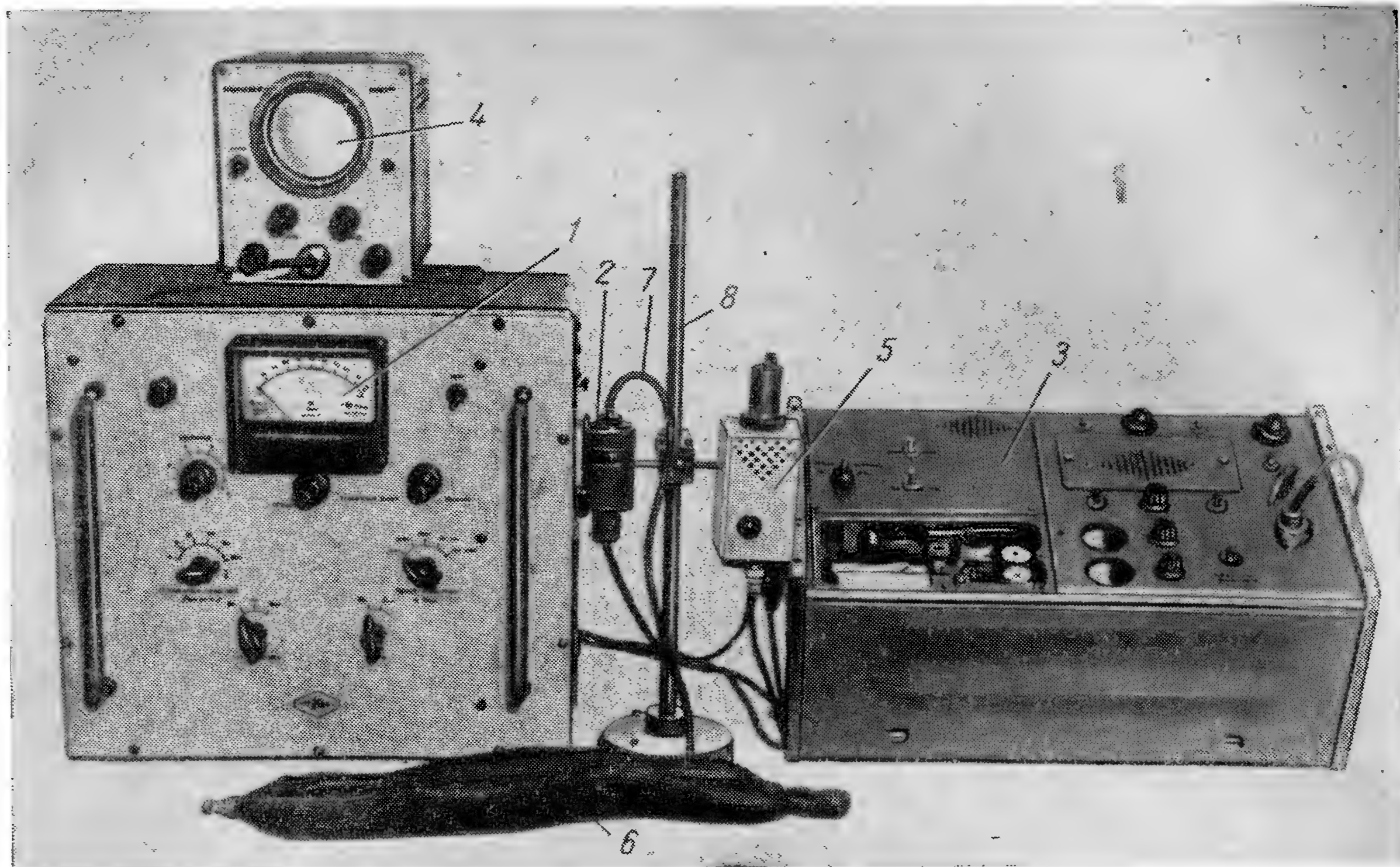


Рис. 78. Общий вид установки для графической регистрации дыхания с помощью прибора ЭИД-1.  
1 — прибор ЭИД-1; 2, 5 — датчики прибора; 3 — двухканальный электрокардиограф, используемый в качестве чернильнопишущего регистратора; 4 — осциллопическая приставка; 6 — резиновая нагрудная манжетка; 7 — коммуникационный кабель; 8 — штатив.

писывают пневмограмму на кимографе (4). Во время работы испытуемый не должен видеть своей пневмограммы, чтобы не вносить искажений в результаты исследования.

## Задача 2

### Регистрация дыхательных движений с помощью электронного измерителя давлений (ЭИД-1)

Для работы необходимы: манжетка для измерения кровяного давления, резиновая трубка, прибор ЭИД-1 с датчиком для пневмографии, электрокардиограф, осциллопическая приставка.

**Проведение работы.** Собирают установку, для чего, откинув боковую стенку прибора, вынимают генератор и датчик дыхания. Генератор и датчик закрепляют на специальной стойке и соединяют их при помощи разъема. Подсоединяют датчик дыхания и генератор к ЭИД-1. Выключатель на боковой панели прибора ставят в положение «дыхание». ЭИД-1 соединяют с электрокардиографом и осциллопической приставкой. Включают ЭИД-1 в сеть и дают ему прогреться в течение 30 минут. На панели

прибора «аттенюатор давления» ставят в положение «5 мм рт. ст.», переключатель «число колебаний в 1 минуту» — в положение «0—5». Манжетку подсоединяют к датчику дыхания и заполняют небольшим количеством воздуха.

Емкостный датчик для регистрации дыхания (рис. 78, 2) состоит из стержня и упругой металлической мембраны, закрепленной на гайке. Датчик при помощи резиновой трубки (7) присоединяется к манжетке (6), укрепленной на грудной клетке испытуемого. Колебания воздуха в манжетке передаются на мембрану, от величины прогиба которой зависит изменение емкости между мембраной и стержнем. Этим самым процесс дыхания преобразуется в электрические сигналы, которые передаются на усилитель и регистрируются с помощью осциллоскопа (4) и электрокардиографа (3). Перемещая гайку относительно стержня, добиваются оптимальной чувствительности регистрирующей системы, после чего потенциометрами регулировки усиления устанавливают амплитуду регистрируемых сигналов.

После того как подвижная гайка с мембраной на датчике установлена в нужное положение, стрелку прибора ставят в нулевое положение.

ние ручками грубой и плавной установки нуля. Испытуемый надевает манжетку и встает спиной к кардиографу. В течение 2—3 минут записывают пневмограмму при спокойном дыхании (рис. 79, а). Подсчитывают количество дыхательных движений за 1 минуту. Пережимают зажимом резиновую трубку и предлагают испытуемому сделать 25 приседаний, после чего записывают пневмограмму и подсчитывают количество дыхательных движений за 1 минуту (рис. 79, б). После того как дыхание успокоится, обследуемому подносят к носу флакон с аммиаком. Отмечают изменение дыхания (рис. 79, в). Далее, не прекращая записи, ис-

**Ответьте на вопросы:** 1. Из каких фаз состоит процесс дыхания? 2. Чему равно в норме количество дыхательных движений у человека? 3. В чем состоит физиологический механизм изменения дыхания после задержки дыхания и после усиленной вентиляции легких?

#### РАБОТА 2 (41)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНУТНОГО ОБЪЕМА ДЫХАНИЯ

**Цель работы:** Освоить методику оценки легочной вентиляции в состоянии покоя и при физической нагрузке.

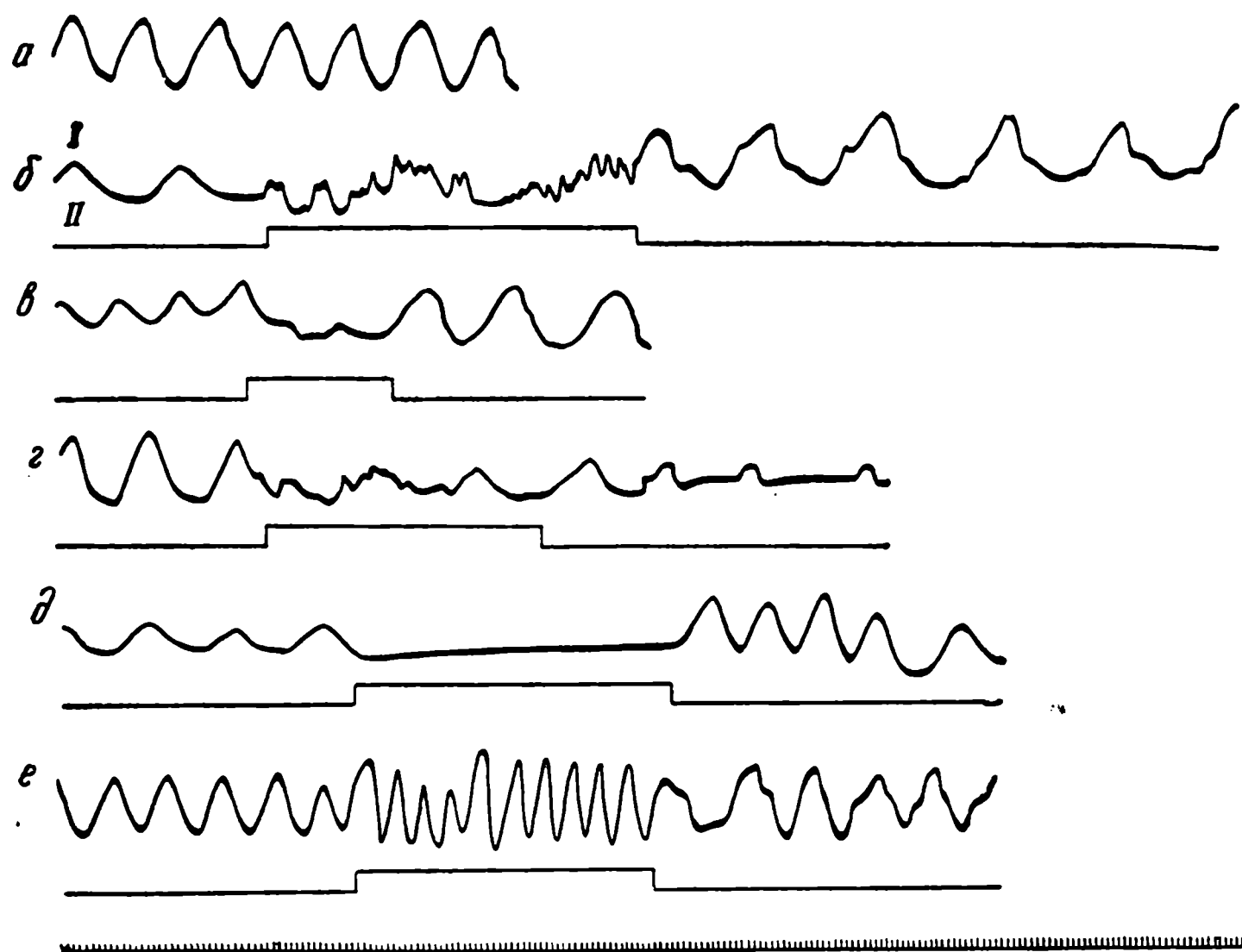
Прохождение воздуха через легкие называется легочной вентиляцией. Показателем вентиляции является минутный объем дыхания. Под минутным объемом понимают то количество воздуха, которое проходит через легкие в минуту. В среднем минутный объем дыхания в покое равен 8—10 л. При мышечной работе (гимнастика, бег, прыжки) величина легочной вентиляции возрастает в 2—3 раза, доходя иногда до 100—130 л в минуту. Величина легочной вентиляции зависит от частоты и глубины дыхания.

Легочная вентиляция у физически тренированных лиц увеличивается в основном за счет углубления дыхания, а у нетренированных — за счет его учащения.

Методика определения минутного объема вентиляции легких состоит в следующем. В мешок Дугласа (рис. 80, А) собирают выдыхаемый воздух в течение определенного времени. Собранный в мешок воздух пропускают через газовый счетчик (рис. 80, Б). Разделив полученный объем на время опыта, определяют объем дыхания в минуту.

Для работы необходимы: мешок Дугласа, гофрированная трубка с трехходовым краном, загубник, газовый счетчик, спирт, вата.

**Проведение работы.** Испытуемый берет в рот (предварительно обтерев спиртом) резиновый загубник (2), надетый на гофрированную трубку (3). Трубка соединена с мешком Дугласа через трехходовой кран (5). Кран во время подготовки к опыту ставят в положение, при котором выдох производится в атмосферу, а не в мешок. Экспериментатор одновременно переводит кран в положение, соединяющее испытуемого с мешком, замечает время и начинает подсчет дыхательных движений. Через 3 мину-



**Рис. 79.** Пневмограммы, записанные при действии различных факторов, вызывающих изменение дыхания: а — спокойное дыхание; б — дыхание при физической нагрузке; в — при вдыхании веществ с резким запахом; г — при разговоре; д — после произвольной задержки дыхания; е — после гипервентиляции; I — кривая дыхания; II — отметка применяемого воздействия. Отметка времени — 0,3 сек.

пытуемому предлагают что-либо рассказать или спеть (рис. 79, г). Также не прекращая записи, просят обследуемого на 1½—2 минуты задержать дыхание; отмечают при этом изменения в характере пневмограммы (рис. 79, д). Заканчивая эксперимент, предлагают испытуемому сделать 30 глубоких и частых вдохов и выдохов. Записывают пневмограмму после гипервентиляции (рис. 79, е).

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Полученные пневмограммы наклейте в альбом и подсчитайте количество дыхательных движений за 1 минуту. 2. Измерьте их амплитуду в норме и после действия факторов, вызывающих изменение дыхания. 3. Сопоставьте характер изменений дыхания под влиянием различных факторов.



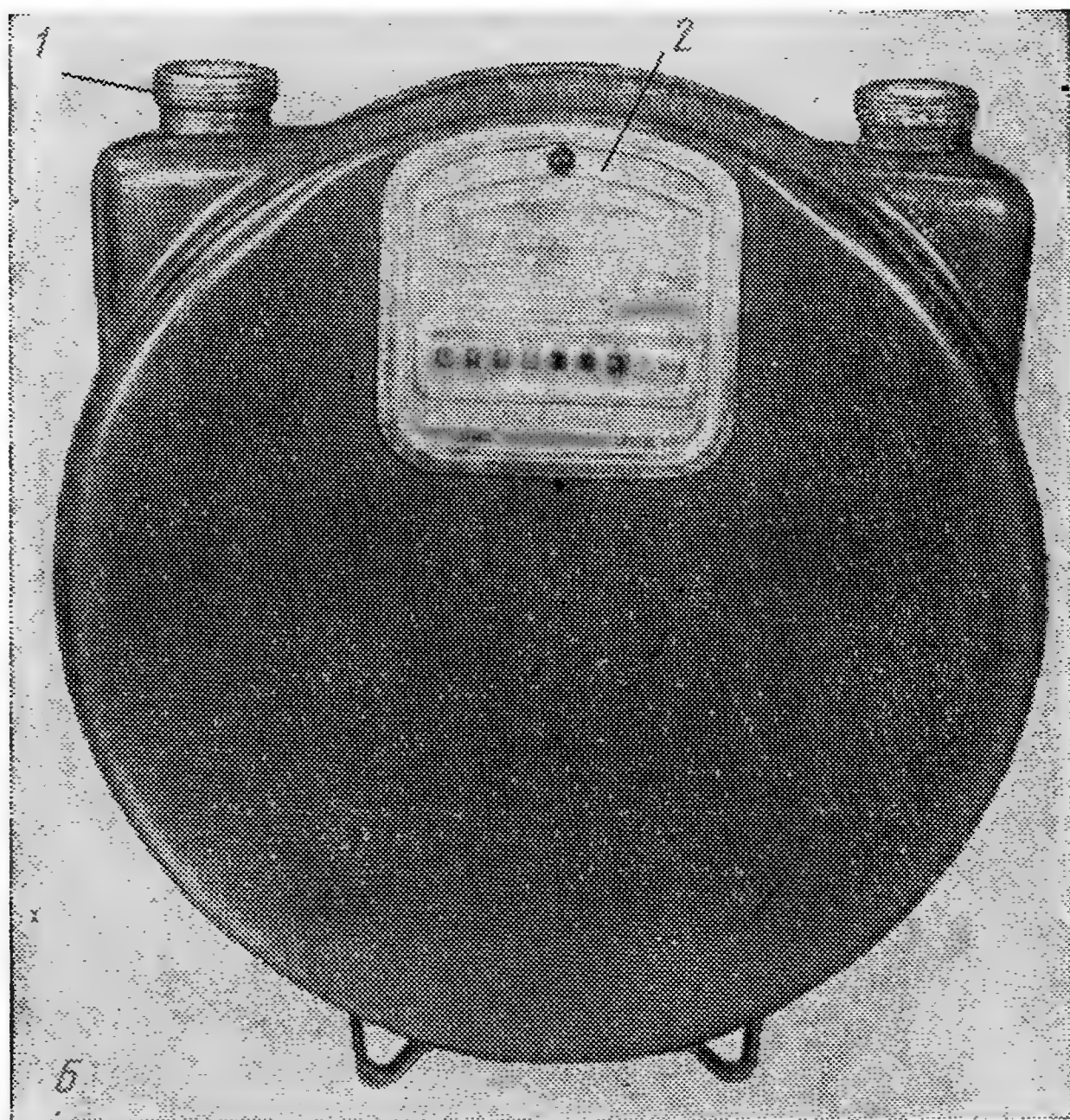
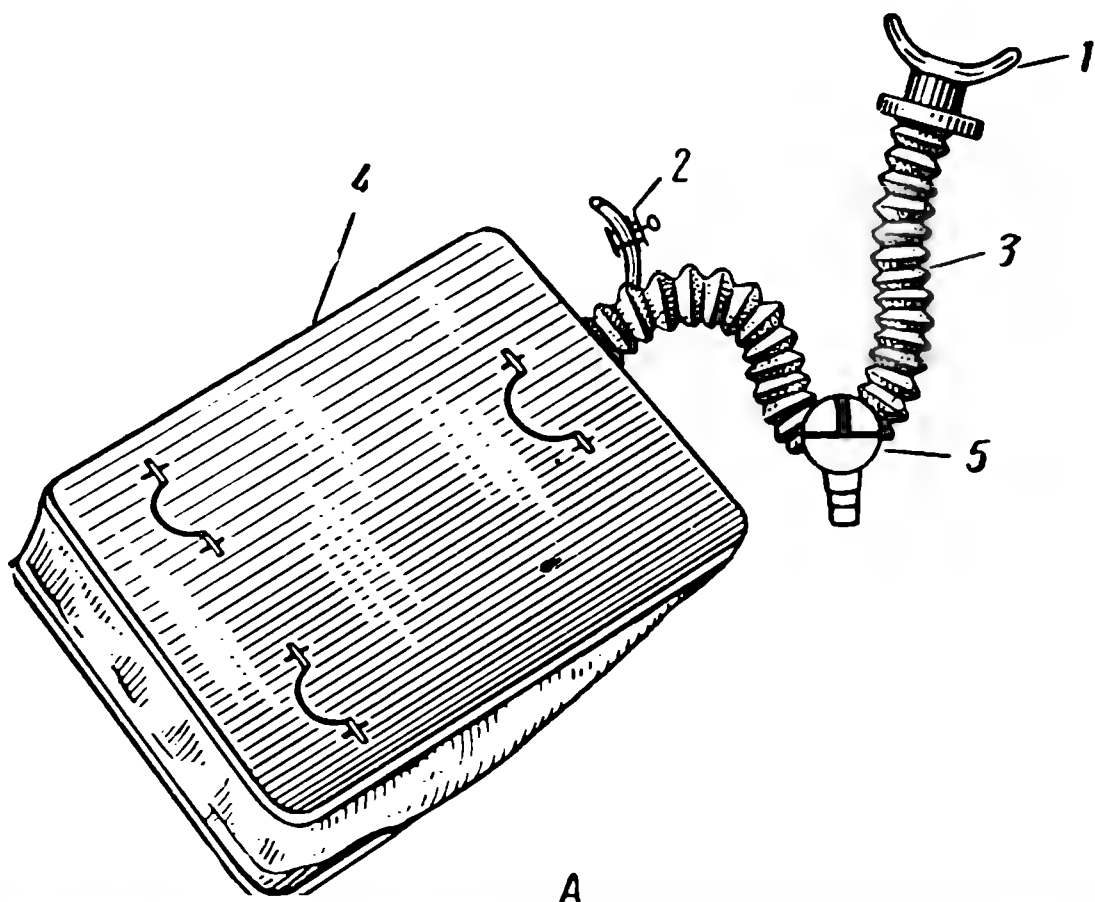


Рис. 80. Приборы, используемые при измерении объема легочной вентиляции.

А — мешок Дугласа; Б — газовый счетчик.

ты, в течение которых испытуемый свободно дышит, делая вдох через рот, мешок Дугласа отсоединяют от загубника и подключают к входному патрубку (1) газового счетчика. Собранный в мешок воздух проходит через счетчик. По шкале прибора (2) определяют объем воздуха. Поделив этот объем на 3, находят минутный объем дыхания в состоянии покоя. Для того чтобы определить минутный объем дыхания при физической нагрузке, повторяют опыт, предложив испытуемому быстро присесть и вставить во время сбора выдыхаемого воздуха.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Запишите данные, полученные в эксперименте. 2. Определите минутный объем дыхания, и, зная количество дыхательных движений в минуту в покое и при физической нагрузке, рассчитайте дыхательный объем воздуха: а) в покое, б) при физической нагрузке. 3. Рассчитайте альвеолярную вентиляцию легких: а) в покое, б) при физической нагрузке. Для этого нужно из минутного объема дыхания вычесть количество воздуха, задерживающегося во вредном пространстве при дыхании в течение 1 минуты. Объем вредного пространства в среднем считайте равным 150 мл.

**Ответьте на вопросы:** 1. Что называется минутным объемом дыхания? 2. Как влияет физическая нагрузка на минутный объем дыхания у нетренированных людей? 3. Какое физиологическое значение имеет увеличение вентиляции легких при работе?

### РАБОТА 3 (42) СПИРОМЕТРИЯ

**Цель работы:** Ознакомиться с методикой регистрации объемов воздуха, поступающего в легкие. Количество воздуха, проходящего через легкие при вдохе и выдохе, зависит от объема грудной клетки, подвижности диафрагмы и ребер, состояния дыхательных мышц и самой легочной ткани (ее эластичность, степень кровенаполнения и т. д.). Количество воздуха, проходящего через легкие, измеряется спирометром.

При спокойном дыхании во время вдоха в легкие поступает 500 мл воздуха. Этот объем воздуха называется **дыхательным**. Если после обычного вдоха произвести максимальный вдох, то в легкие войдет **дополнительный воздух**. Его объем составляет 1500—2000 мл. Максимальное количество воздуха, выдыхаемого после спокойного выдоха, называется **резервным воздухом**. Его объем равен 1500—2000 мл.

Количество воздуха, которое человек выдыхает при максимальном выдохе после максимального вдоха, называется **жизненной емкостью легких**. Воздух, остающийся в легких даже после максимального выдоха, называется **остаточным воздухом**. Объем его равен примерно 1000 мл. При спокойном дыхании человек выдыхает дыхательный воздух, в легких и дыхательных путях остается остаточный и резервный воздух.

**Для работы необходимы:** водяной или сухой спирометр, спирт, вата, прокипяченные стеклянные наконечники.

Водяной спирометр (рис. 81) состоит из двух цилиндров: наружного (1) и внутреннего (2). Наружный заполняют водой до метки «уровень воды» на стекле смотрового окошка (3). Внутренний погружен в воду вверх дном и уравновешен поплавком (4). К нему прикреплена

Преимущество этого прибора заключается в том, что он портативен и удобен в работе. Сухой спирометр представляет собой воздушную турбинку, вращаемую струей выдыхаемого воздуха. Вращение турбинки через кинематическую цепь передается стрелке прибора. Для

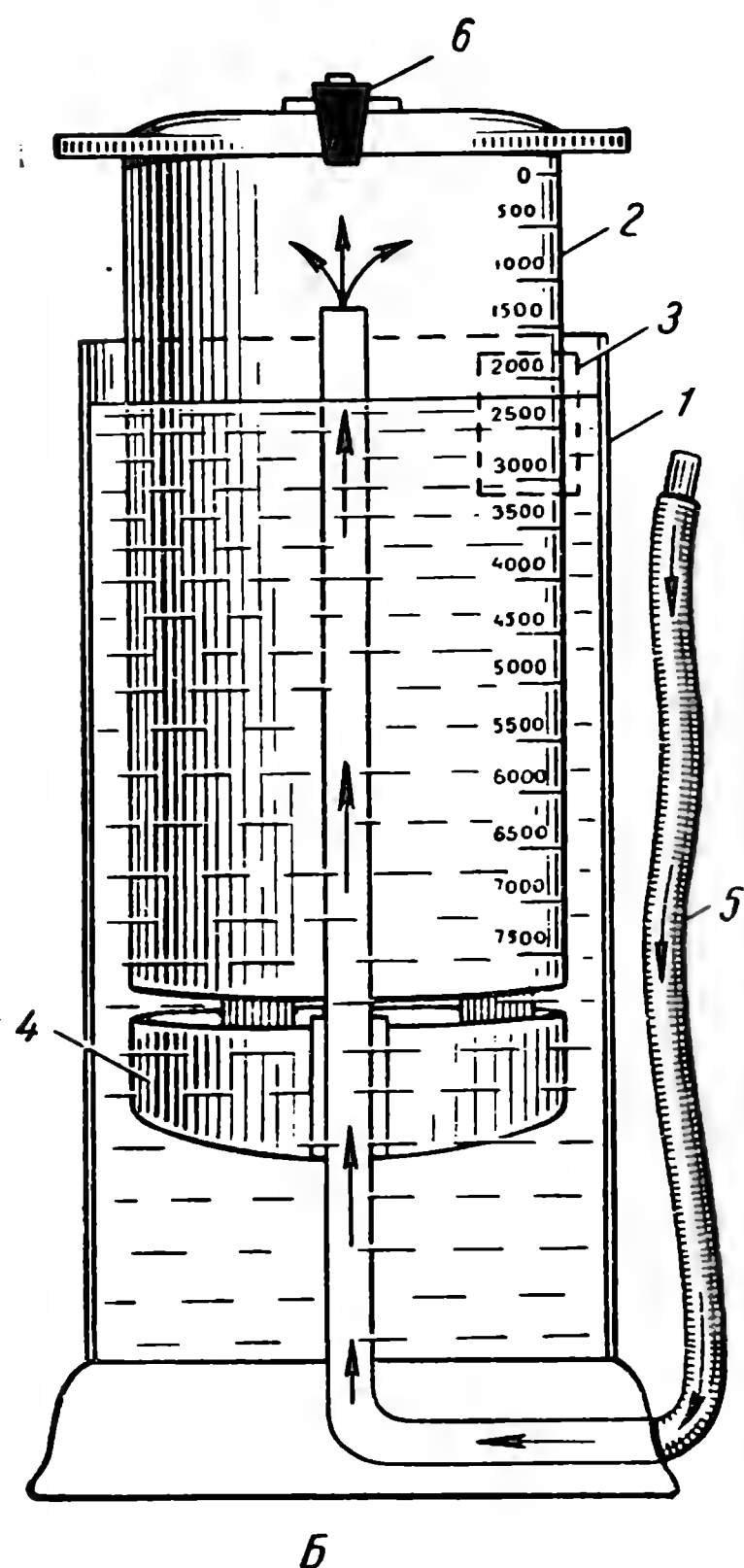
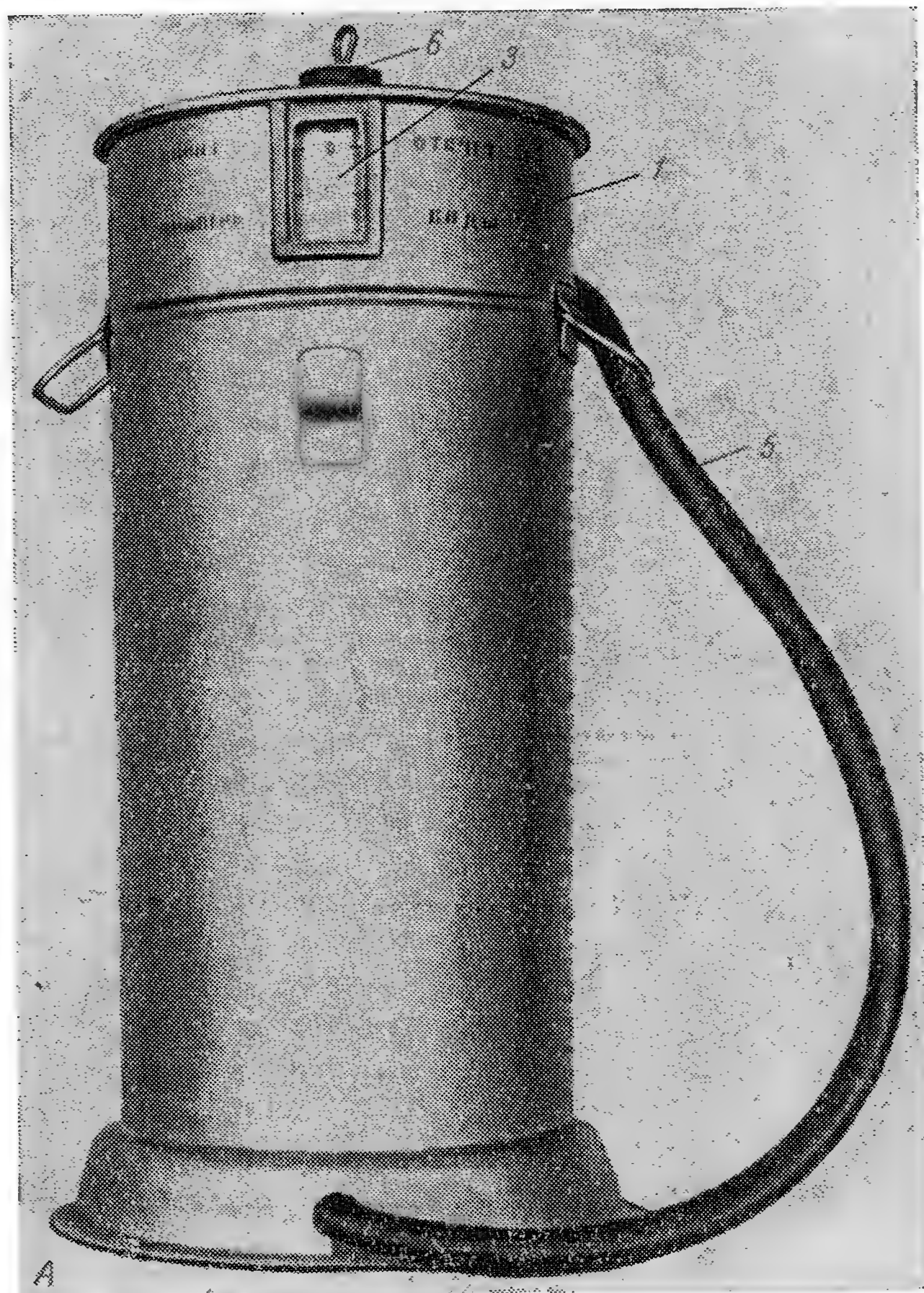


Рис. 81. Водяной спирометр (А) и принципиальная схема его устройства (Б).  
1 — наружный цилиндр; 2 — внутренний цилиндр; 3 — стеклянное окошко для наблюдения за шкалой спирометра; 4 — баллон с воздухом для уравновешивания внутреннего цилиндра в воде; 5 — резиновый шланг; 6 — пробка.

шкала с делениями, проградуированная на 7000 см<sup>3</sup>. Через резиновый шланг (5) со стеклянным наконечником производят выдох воздуха из легких во внутренний цилиндр. Цилиндр заполняется воздухом и поднимается вверх. По шкале против черты «уровень отсчета» считают результаты. После каждого измерения из внутреннего цилиндра выпускают воздух, для чего открывают пробку (6).

Кроме описанного выше водяного спирометра, для измерения легочных объемов можно пользоваться сухим спирометром (рис. 82).

остановки стрелки по окончании выдоха спирометр снабжен тормозным устройством. Величину измеряемого объема воздуха определяют по шкале прибора (1). Шкалу можно поворачивать, что позволяет устанавливать стрелку на нуль перед каждым измерением. Выдох воздуха из легких производят через мундштук (2).

**Проведение работы.** Водяной спирометр считается готовым к работе, если: 1) внутренний цилиндр при открытой пробке полностью опущен во внешний цилиндр; 2) верхнее отверстие



тие внутреннего цилиндра закрыто пробкой; 3) уровень воды во внешнем цилиндре находится на отметке «0».

Определение объема дыхательного воздуха. Испытуемый делает не-

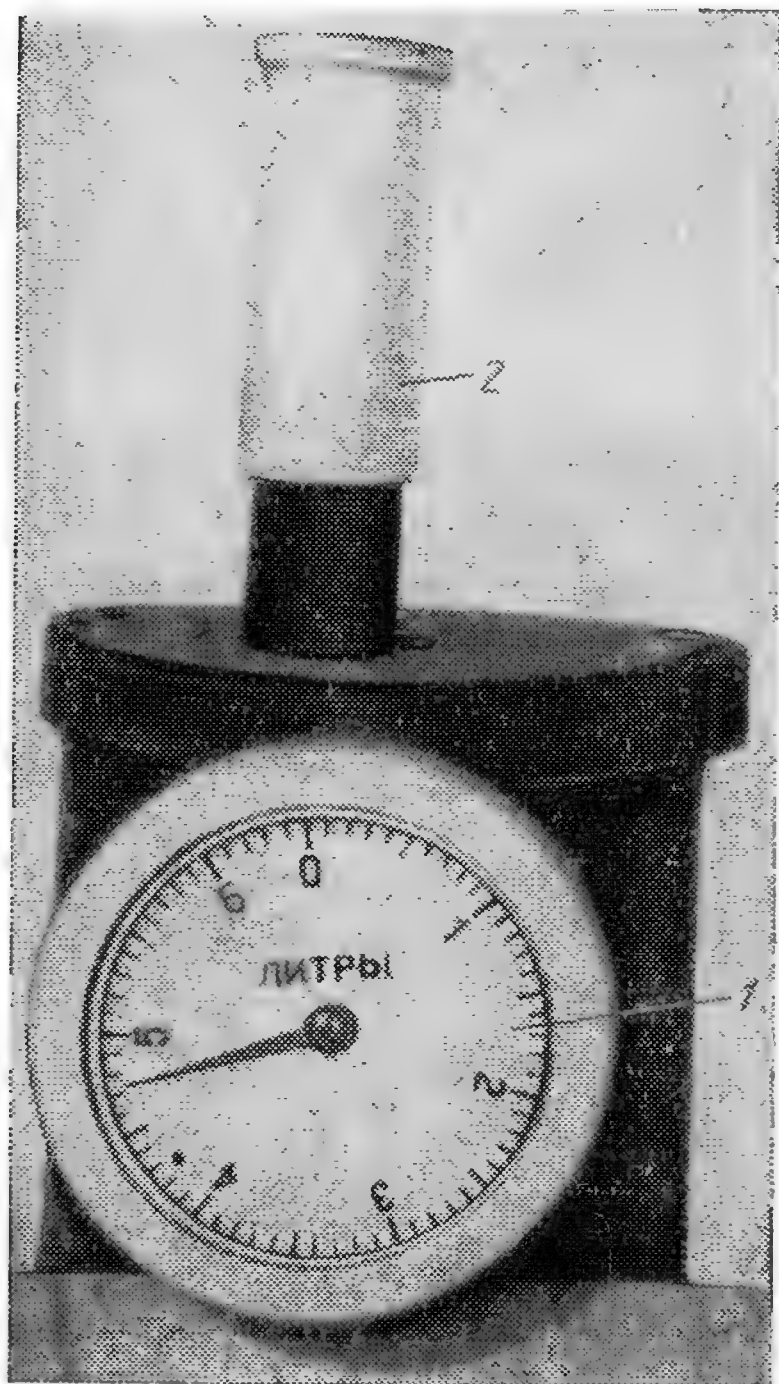


Рис. 82. Сухой портативный спирометр.

1 — шкала прибора; 2 — сменный пластмассовый мундштук.

сколько вдохов и выдохов, затем, взяв стеклянный мундштук в рот, продолжает спокойно выдыхать в спирометр. Считают количество выдохов и записывают показания спирометра. Полученный результат делят на количество дыхательных движений, т. е. подсчитывают объем дыхательного воздуха.

Определение объема резервного воздуха. Испытуемый после спокойного выдоха через нос производит максимальный выдох через рот в спирометр. Записывают показания спирометра.

Определение жизненной емкости легких. Испытуемый делает максимальный вдох и затем максимальный выдох в спирометр. Показания спирометра записывают. Величину жизненной емкости легких можно получить, сложив полученные в опыте объемы дыхательного, дополнительного и резервного воздуха.

Определение объема дополнительного воздуха. Из величины жизненной емкости легких вычитают объемы ре-

зервного и дыхательного воздуха. Получают объем дополнительного воздуха.

**Рекомендация к оформлению работы:** Запишите в тетрадь объемы дыхательного, резервного, дополнительного воздуха и величину жизненной емкости легких.

**Ответьте на вопросы:** 1. Что называется жизненной емкостью легких? От чего зависит ее величина? 2. Как называется воздух, остающийся в легких после максимального выдоха? Чему равен его объем?

---

#### РАБОТА 4 (43) СПИРОГРАФИЯ

---

**Цель работы:** Ознакомиться с методикой графической регистрации объемов воздуха, составляющих жизненную емкость легких.

**Для работы необходимы:** спирограф, носовой зажим, загубник, спирт, вата.

Для графической регистрации дыхательных объемов, составляющих жизненную емкость легких, определения минутного объема дыхания, записи пневмограммы и других целей применяют прибор, называемый спирографом (рис. 83, А). Он состоит из двух самостоятельных дыхательных систем. Каждая из них включает в себя спирометр (1) (описание см. в работе «Спирометрия») и чернильнопишущее приспособление, что дает возможность регистрировать дыхательные объемы как обоих легких, так и каждого легкого в отдельности.

Исследование дыхания осуществляется с помощью загубника, маски или трубки для раздельной интубации бронхов. Тщательно уравновешенный спирометр с достаточной степенью точности реагирует на изменение объемов в дыхательной системе прибора при переходе воздуха из системы в легкие и обратно. Перемещение внутренних цилиндров спирометра, соответствующее изменению объемов, передается перу (2) чернильнопишущего устройства и записывается на бумажной ленте кимографа (4) (скорость протяжки бумаги 50 мм/мин). Отметчик времени (3) наносит на бумаге отметки через 5 секунд.

**Проведение работы.** Испытуемый берет в рот загубник (5), присоединенный к «крану пациента» (6) левой системы спирографа (кран правой системы закрывают). Для исключения носового дыхания на нос испытуемого накладывают пружинный носовой зажим. После того как пациент привыкнет к дыханию с загубником, ставят в рабочее положение переключатели «сеть», «запись» и «отметка». Перья записи рабочего спирометра (2) и отметчика (3) подводят к бумаге (4) и записывают отметку

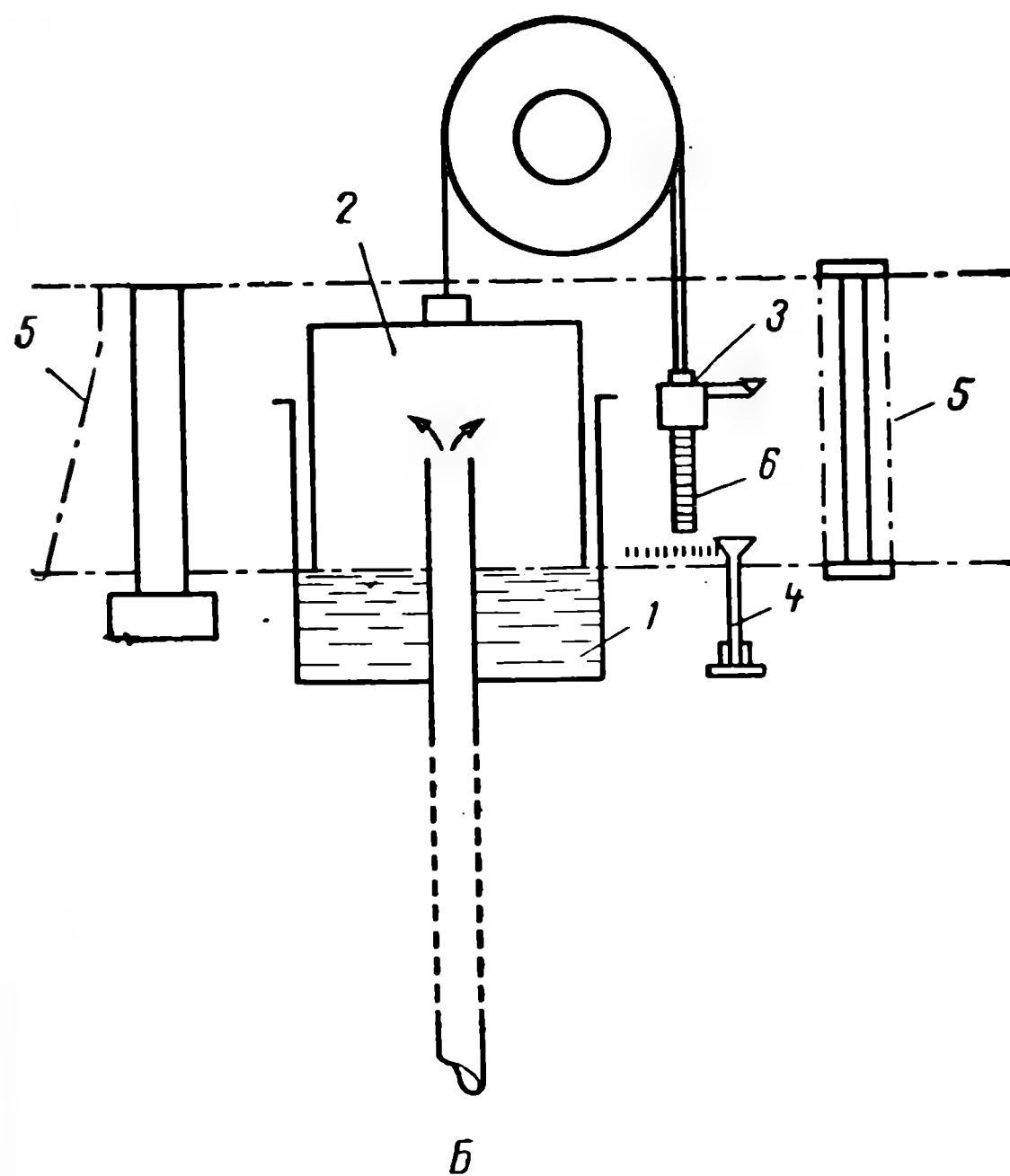
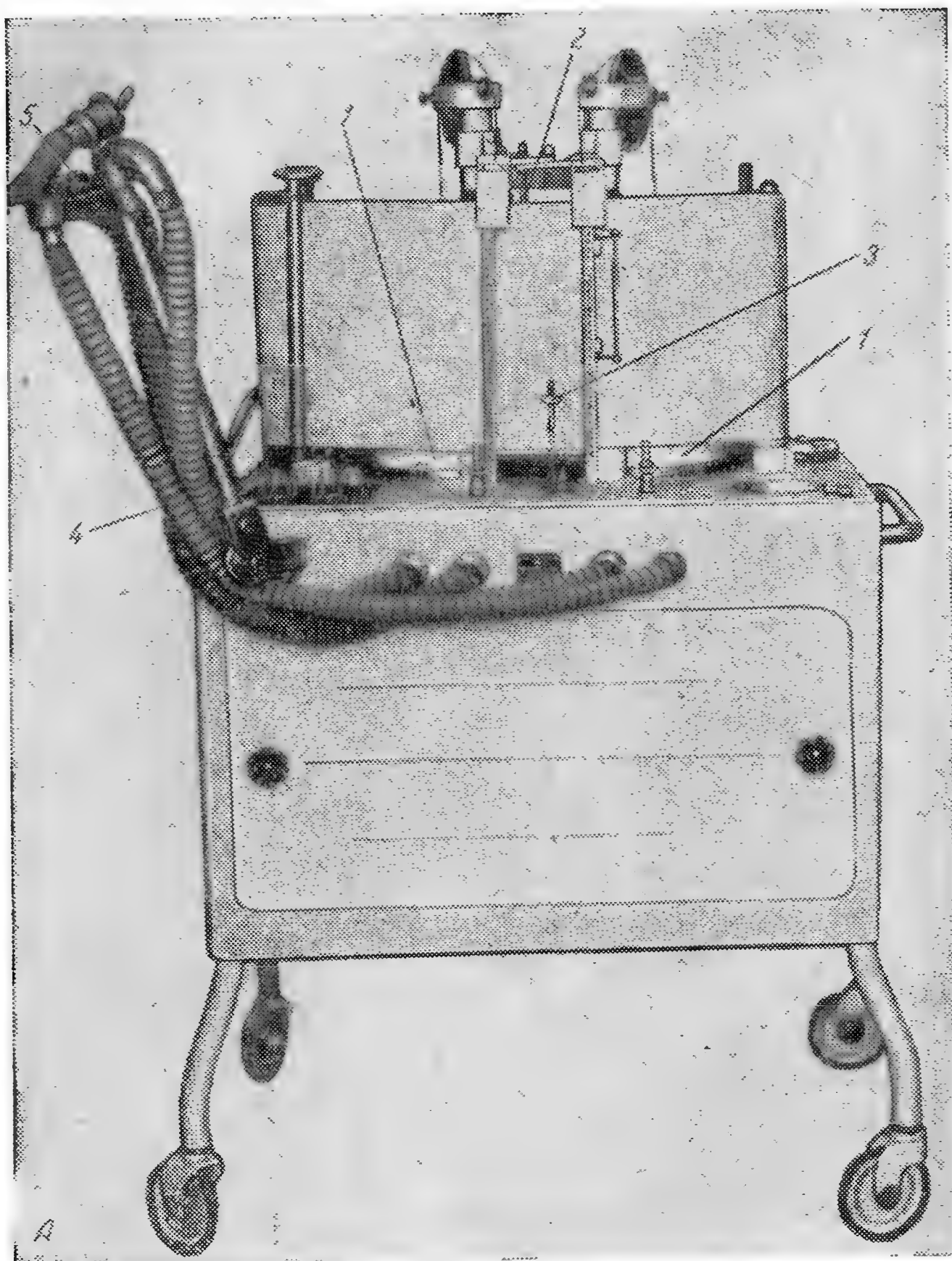


Рис. 83. Спирограф.

А — внешний вид прибора: 1 — спирометры; 2 — писчики, 3 — отметчик времени; 4 — соединительные шланги; 5 — загубник. Б — принципиальная схема основной части спирографа, поясняющая принцип его действия: 1 — внешний цилиндр; 2 — внутренний цилиндр; 3 — чернильнопишущее устройство; 4 — отметчик времени; 5 — барабан кимографа; 6 — груз, уравнивающий внутренний цилиндр.

времени и горизонтальную линию, соответствующую начальному положению внутреннего цилиндра спирометра. «Кран пациента» переводят в положение, при котором испытуемый связывается с дыхательной системой прибора, и на бумаге записывают нормальную пневмограмму и объемы воздуха, составляющие жизненную емкость легких (рис. 84). По окончании исследования «кран пациента» переводят в положение, при котором испытуемый связывается с атмосферным воздухом, выключают тумблеры «сеть», «запись», «отметку», перья отводят от бумаги. При оценке пневмограммы нужно учитывать следующее: частоту дыхания определяют путем подсчета числа вдохов и выдохов в минуту; при этом принимают во внимание, что на линии записи отметки времени расстояние между зубцами соответствует 5 секундам. Для определения дыхательного объема, жизненной емкости легких, объемов дополнительного и резервного воздуха измеряют амплитуду записи в миллиметрах и умножают полученные результаты на 20, так как в данном приборе 1 см перемещения колокола спирометра соответствует 20 мл.

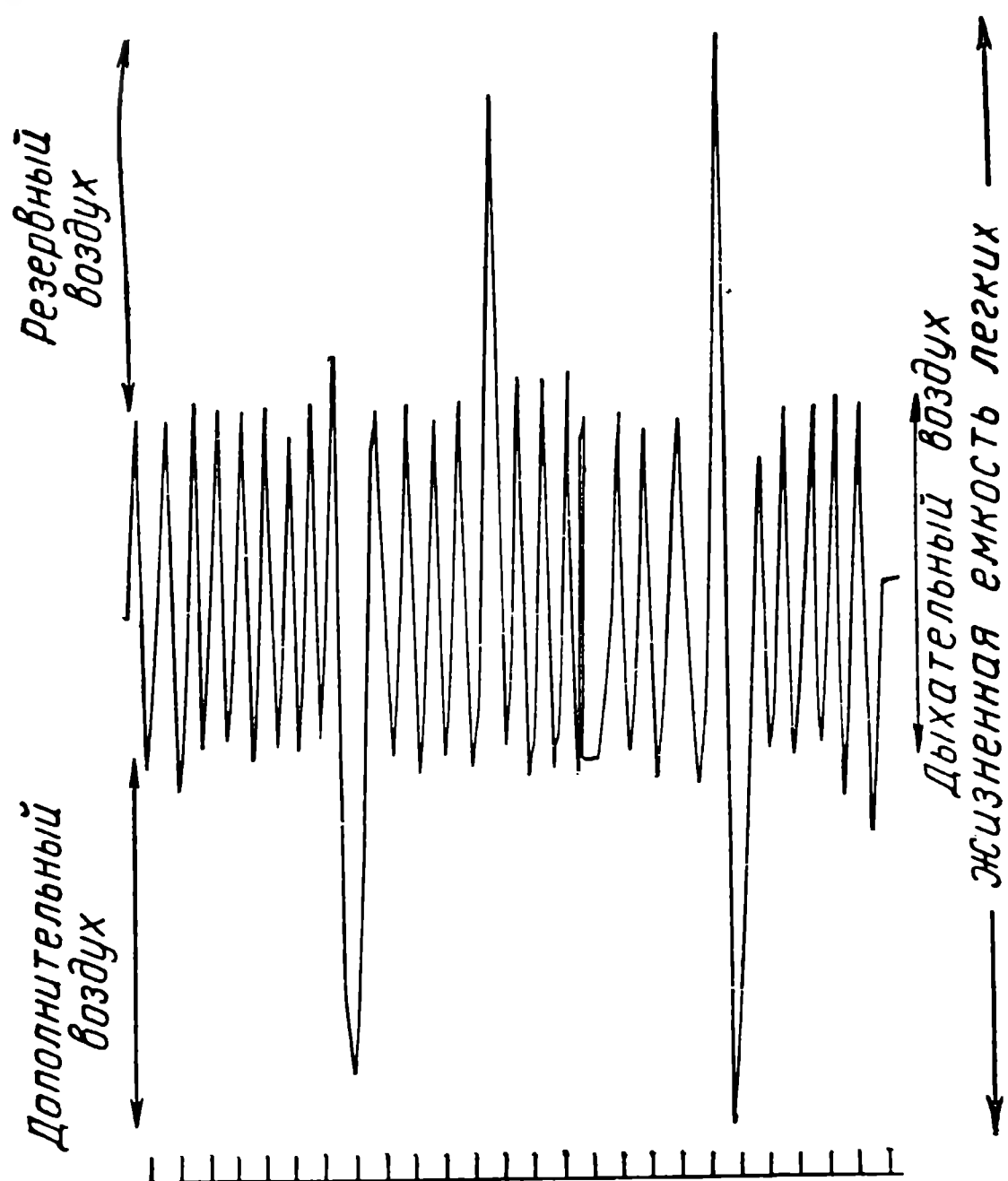


Рис. 84. Запись на спирографе объемов воздуха, составляющих жизненную емкость легких.



**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Наклейте в тетрадь пневмограмму, полученную с помощью спирографа. 2. Рассчитайте объем: а) дыхательного воздуха, б) дополнительного воздуха, в) резервного воздуха, г) жизненной емкости легких. 3. Подсчитайте и запишите частоту дыхания в минуту. 4. Рассчитайте минутный объем дыхания.

**Ответьте на вопросы:** 1. Что называется минутным объемом дыхания? 2. Какие мышцы принимают участие в акте вдоха при глубоком дыхании? 3. У кого из трех человек больше объем легочной вентиляции, если у первого из них объем дыхательного воздуха равен 0,4 л при частоте дыхания 15 в минуту, у второго — 0,5 л при частоте дыхания 12 в минуту и у третьего — 0,3 л при частоте дыхания 20 в минуту.

---

#### РАБОТА 5 (44)

#### ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ МЫШЦ, УЧАСТВУЮЩИХ В АКТЕ ДЫХАНИЯ, С ПОМОЩЬЮ ПНЕВМОТАХОМЕТРА

---

**Цель работы:** Определить максимальный объем воздуха при форсированных вдохе и выдохе.

Жизненная емкость легких зависит от мощности дыхательной мускулатуры и от скорости

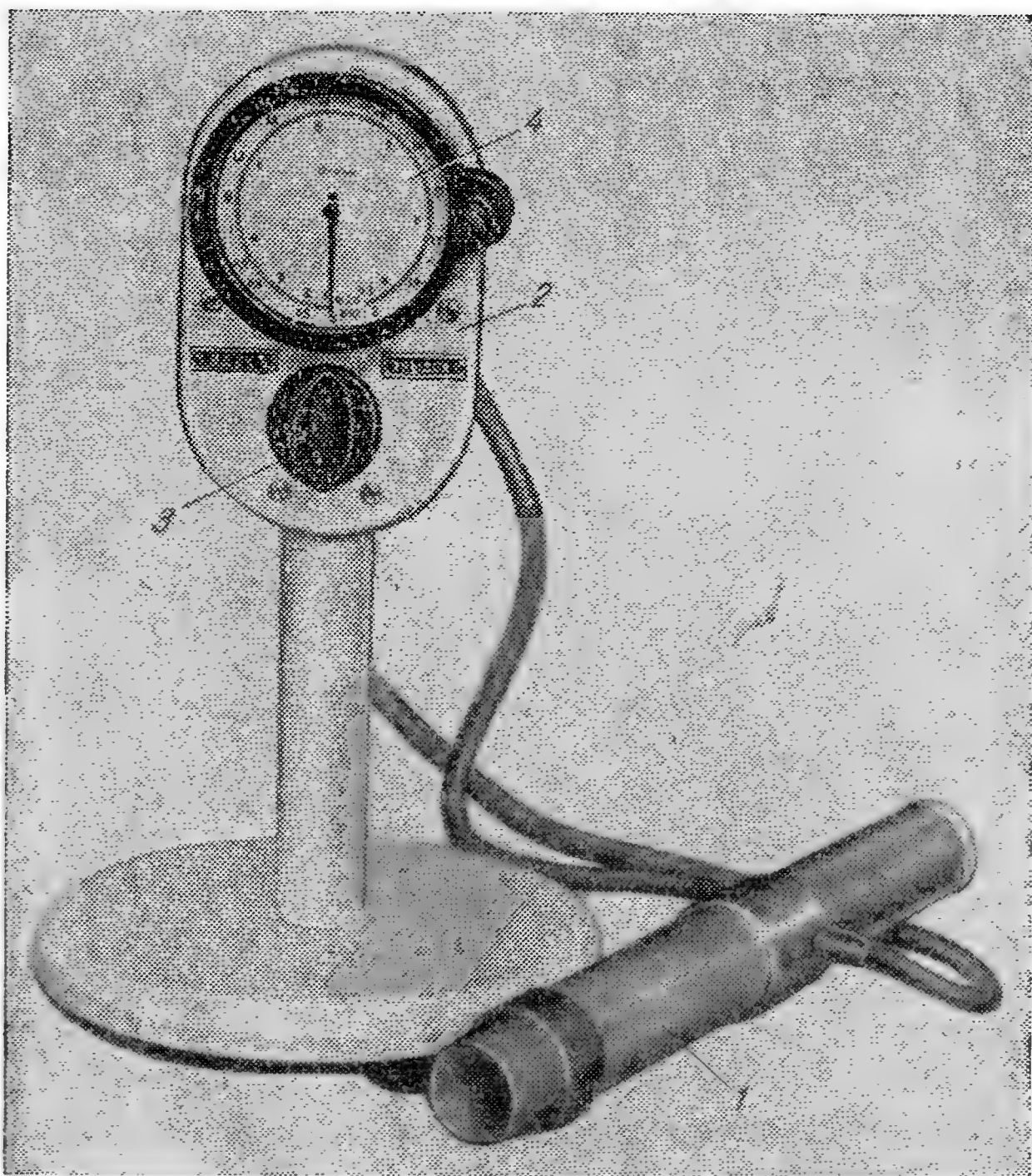


Рис. 85. Пневмотахометр.

1 — дыхательная трубка; 2 — корпус прибора; 3 — переключатель «вдох» и «выдох»; 4 — шкала прибора.

выдоха и вдоха. У здорового человека вдох по объему равен выдоху. При поражении дыхательной мускулатуры изменяется сравнительная сила наружных и внутренних межреберных мышц (за счет которых главным образом осуществляется вдох и форсированный выдох), что приводит к изменению соотношения объемов воздуха при выдохе и вдохе. Это изменение может быть зарегистрировано с помощью специального прибора — пневмотахометра.

**Для работы необходимы:** пневмотахометр, резиновая трубка со стеклянным наконечником, спирт, вата.

Пневмотахометр (рис. 85) состоит из датчика (1) и измерительного блока (2). Датчик представляет собой трубку диаметром 32 мм с диафрагмой. Перепад давления, который создается при прохождении воздуха через диафрагму датчика, замеряется дифференциальным манометром, вмонтированным в измерительный блок. На передней панели прибора имеется кран (3). Он позволяет проводить измерения в процессе вдоха и выдоха, для чего кран необходимо переключать на соответствующие отметки. При этом две шкалы манометра служат для измерения силы вдоха и выдоха. Соответственно применяются трубки с диафрагмами 20 и 10 мм. Если исследование проводят при диафрагме с диаметром отверстия 10 мм, то показания снимаются по внешней шкале прибора, если с диаметром 20 мм — по внутренней шкале.

**Проведение работы.** Датчик соединяют с измерительным блоком, для чего штуцеры измерительного блока соединяют резиновыми трубками со штуцерами датчика по схеме «1—1» и «2—2». Испытуемый садится на стул, протирает наконечник спиртом, берет его в рот и делает предельно быстрый глубокий вдох через рот. По шкале манометра замечают максимальное значение расхода воздуха при форсированном вдохе. Затем также измеряют максимальный объем воздуха при форсированном выдохе (измерения производят в литрах в секунду).

**Рекомендации к оформлению работы:** Занести результаты опыта в тетрадь.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каково значение силы дыхательных мышц? Чем объясняются низкие показатели силы дыхательных мышц?

---

#### РАБОТА 6 (45)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АЛЬВЕОЛЯРНОГО ВОЗДУХА

---

**Цель работы:** Определить состав альвеолярного воздуха.

Из капилляров в альвеолы непрерывно по-

ступает углекислый газ, в свою очередь из альвеол в кровь диффундирует кислород. Однако состав альвеолярного воздуха остается постоянным за счет газообмена с атмосферным воздухом в процессе вдоха и выдоха.

### Задача 1

#### Освоение способа взятия пробы альвеолярного воздуха

Для работы необходимы: трубка Пристли, газоприемник с напорным сосудом, загубник, спирт, вата.

Трубка Пристли (рис. 86) — стеклянная трубка длиной 1—1,5 м, диаметром 25 мм с отростком (2), расположенным в 10 см от того конца трубки, на который надевается загубник (4). К отростку присоединяют газоприемник (3).

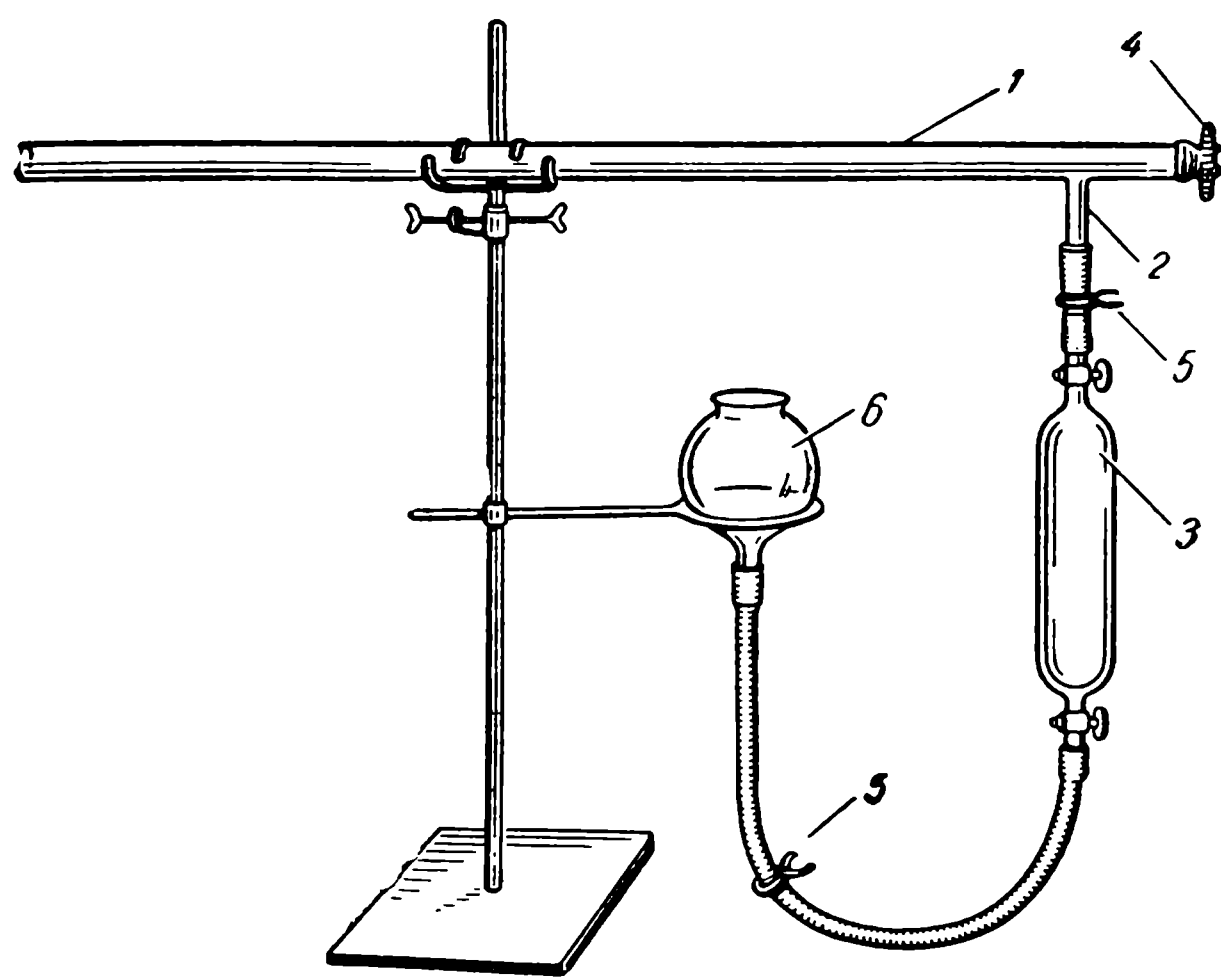


Рис. 86. Система для взятия проб альвеолярного воздуха. 1 — дыхательная трубка; 2 — переходная трубка; 3 — сосуд для взятия пробы воздуха; 4 — загубник; 5 — зажим; 6 — напорный сосуд.

**Проведение работы.** Следует помнить, что при выдохе альвеолярный воздух смешивается с воздухом, находящимся в верхних дыхательных путях (в мертвом пространстве), вследствие чего состав его изменяется. Для того чтобы взять пробу воздуха, по составу наиболее близкую к альвеолярному воздуху, используют стеклянную трубку Пристли. Кроме того, для получения пробы альвеолярного воздуха следует брать последнюю порцию выдыхаемого воздуха. На трубку надевают предварительно продезинфицированный загубник. Оба крана (5) газоприемника открывают, поднимают напорный сосуд (6) и газоприемник заполняется ртутью или подкрашенной дистиллированной водой. Испытуемый берет загубник в рот и делает несколько максимально глу-

боких выдохов в трубку, в конце последнего выдоха задерживая дыхание, быстро опускает напорный сосуд, освобождая газоприемник от жидкости. После этого испытуемый заканчивает выдох, и альвеолярный воздух заполняет газоприемник. Оба крана газоприемника закрывают. Проба альвеолярного воздуха готова для анализа на содержание  $O_2$  и  $CO_2$ .

**Рекомендации к оформлению работы:** Зарисуйте установку, которой пользовались для взятия альвеолярного воздуха.

**Ответьте на вопросы:** 1. Что такое альвеолярный воздух и каков его газовый состав? 2. Каков состав воздуха мертвого пространства и выдыхаемого воздуха? 3. Как берется проба альвеолярного воздуха?

### Задача 2

#### Определение химического состава воздуха

Для работы необходимы: газоанализатор Холдена, газоприемник, раствор  $KOH$  или  $NaOH$ , 10% раствор пирогалловой кислоты в 70% растворе  $KOH$  или насыщенном растворе  $NaOH$ , вакуумная смазка для кранов.

Анализ проводят в газоанализаторе Холдена (рис. 87). Процесс анализа состоит в последовательном пропускании пробы воздуха через растворы, поглощающие  $O_2$  и  $CO_2$ .

Основными частями аппарата Холдена являются градуированная бюретка (1) емкостью 10 мл, предназначенная для измерения объемов газов, и поглотители, один из которых (2) заполнен щелочью (для поглощения  $CO_2$ ), второй (3) — пирогаллолом (для поглощения  $O_2$ ). Каждая из трех перечисленных бюреток соединена с напорными сосудами (4, 5, 6), заполненными соответственно ртутью, щелочью и пирогаллолом.

Аппарат Холдена работает по принципу сообщающихся сосудов. Система кранов (9, 10, 11, 12, 13) позволяет соединять градуированную бюретку с атмосферным воздухом или одним из поглотителей. Для контроля за давлением и температурой аппарат снабжен термометром (7).

Перед зарядкой реактивами прибор должен быть тщательно промыт хромпиком, а затем дистиллированной водой. После этого его необходимо тщательно высушить воздухом насосом, а краны смазать специальной вакуумной смазкой.

После такой подготовительной работы можно приступать к зарядке аппарата. Краны 12, 13 ставят на соединение с комнатным воздухом. Напорный сосуд (4) заполняют ртутью. Бюретку 2 и напорный сосуд 5 заполняют щелочью, бюретку 3 и сосуд 6 — пирогаллолом,



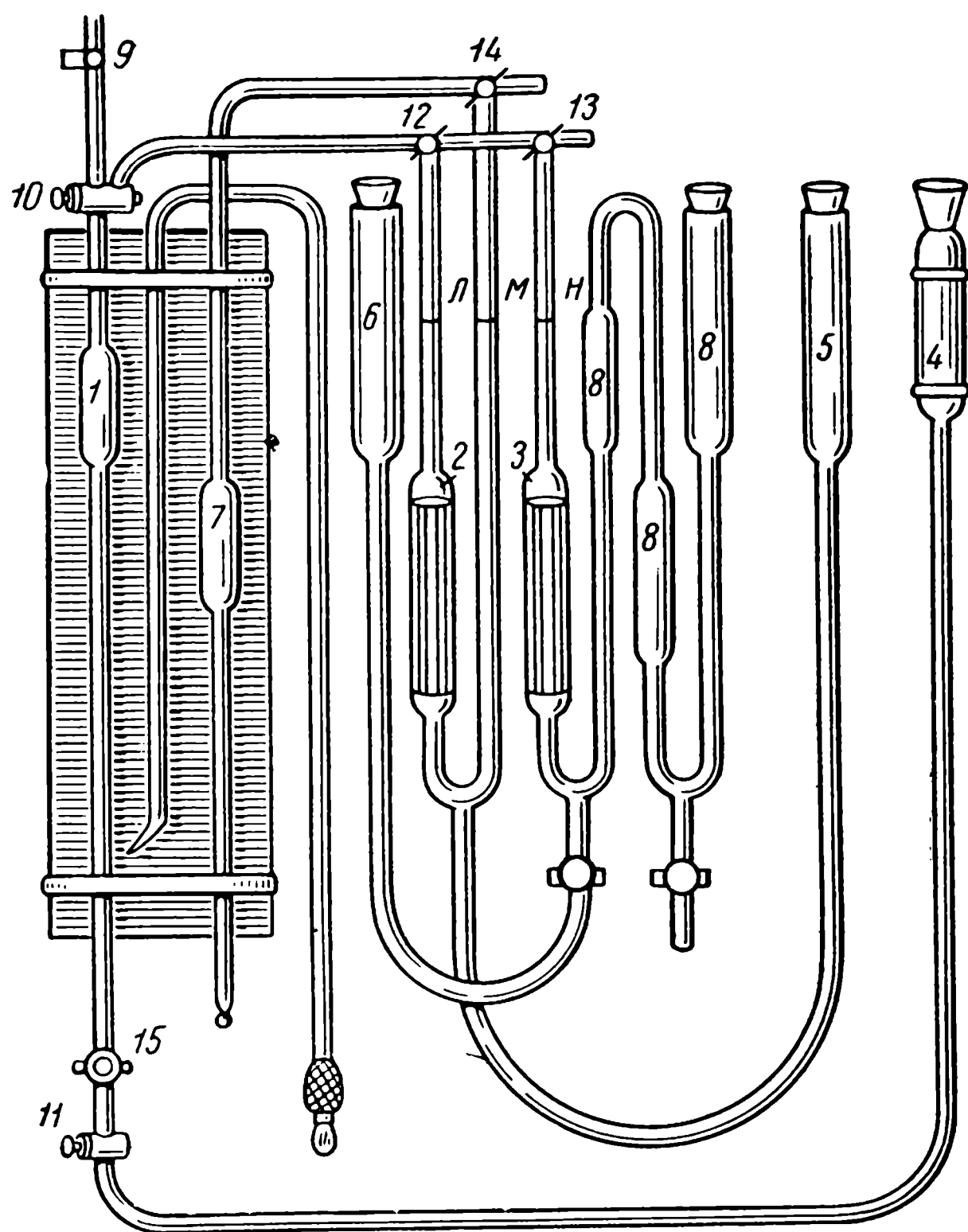


Рис. 87. Газоанализатор Холдена (пояснения в тексте).

систему 8 — дистиллированной водой. В термобарометр через кран набирают несколько капель дистиллированной воды.

**Заполнение прибора азотом.** После того как система собрана и краны смазаны, приступают к заполнению аппарата азотом. Для этого краны 10 и 9 ставят на соединение с атмосферой, напорный сосуд 4 опускают немного ниже расширения бюретки 1, кран 11 открывают. Медленно поднимают напорный сосуд 4 до тех пор, пока ртуть не заполнит всего расширения бюретки 1. Затем медленно опускают напорный сосуд 4 до тех пор, пока мениск ртути не остановится на цифре 10 (желательно, чтобы мениск остановился на 1—1,5 мм ниже цифры 10). После этого вешают на крючок напорный сосуд 4 и микровинтом 15 доводят уровень ртути до метки 10. Краны 9, 10, 11 ставят в нейтральное положение. Теперь в системе находится комнатный воздух. Для того чтобы она была заполнена азотом, нужно из комнатного воздуха удалить углекислый газ и кислород. Для этого взятый воздух пропускают через пирогаллол, где поглощается  $O_2$ , и через щелочь, где поглощается  $CO_2$ . Щелочь и пирогаллол должны находиться на метках «Л», «М», «Н». Кран 14 ставят в нейтральное положение, краны 13,

12 и 10 — на соединение бюретки 1 с бюреткой 3. Опускают напорный сосуд 4 ниже расширения бюретки 1. Открывают кран 11, 16—18 раз плавно поднимают и опускают напорный сосуд 4, тем самым перегоняя исследуемый воздух в бюретку 3 для поглощения из него  $O_2$ , следя за тем, чтобы ртуть заполняла больше чем на  $\frac{2}{3}$  расширения бюретки 1, а пирогаллол — больше чем на  $\frac{2}{3}$  расширения бюретки 3. Через 16—18 качаний уровень пирогаллола устанавливают на метке «Н», кран 13 ставят в нейтральное положение, кран 12 — на соединение с сосудом 2. Производят 2—3 качания, следя за тем, чтобы щелочь заполняла расширение бюретки 2 на  $\frac{2}{3}$ . Ставят краны 12 и 13 на соединение бюретки 1 с бюреткой 3. Производят 4—5 качаний. Устанавливают мениск пирогаллола на метке «Н». Ставят кран 13 в нейтральное положение. По уровню ртути в бюретке 1 отсчитывают количество поглощенного  $O_2$ . Кран 13 ставят на соединение бюретки 1 с бюреткой 3 и производят 4—5 проверочных качаний. Устанавливают уровень пирогаллола на метке «Н», ставят в нейтральное положение кран 13 и опять отсчитывают количество поглощенного  $O_2$ . Если цифры совпадают, значит весь кислород поглощен. После этого производят поглощение  $CO_2$  щелочью. Для этого кран 12 ставят на соединение бюретки 1 с бюреткой 2 и производят 10—12 качаний. Доведя уровень щелочи до метки «Л—М», кран 12 ставят в нейтральное положение и отсчитывают количество поглощенного  $CO_2$ . Производят 2—3 контрольных качания, и, если цифры совпадут, значит из воздуха поглощен весь  $CO_2$ . Аппарат заполнен азотом и готов к работе. Краны 9, 10, 11, 12, 13, 14 находятся в нейтральном положении. Если система прибора герметична, то от одного анализа воздуха до другого мениски щелочи и пирогаллола находятся на метках «Л», «М», «Н». Если же уровни менисков меняются, это говорит о том, что какой-то кран подсасывает воздух, и его надо заново хорошо протереть и смазать.

**Взятие пробы воздуха.** Если система герметична и аппарат заполнен азотом, можно приступать к взятию пробы воздуха. Для этого отросток крана 9 соединяют с газоприемником. Напорный сосуд 4 опускают ниже расширения бюретки 1. Кран 10 ставят на соединение с краном 9. Открывают кран 11 и зажим газоприемника. Пять — шесть раз плавно поднимают и опускают напорный сосуд 4, заполняя при этом ртутью расширение бюретки 1. Одновременно с поднятием и опусканием напорного сосуда 4 опускают и поднимают напорный сосуд газоприемника. При этом считают, что то небольшое количество азота, которое находи-

лось в капиллярных трубках между расширением бюретки 1, краном 10 и отростками крана 9, смешивается с пробой воздуха и не влияет на результат анализа. После шестого качания напорный сосуд 4 опускают таким образом, что уровень ртути в бюретке 1 устанавливается на 1 мм ниже метки «10». Микровинтом 15 доводят уровень ртути до метки «10». Закрывают краны 9, 11. Кран термобарометра ставят на соединение бюретки 5—7, кран 10 — на соединение бюретки 1 с сосудом 2. Уровни щелочи и пирогаллола устанавливают на метки «Л», «М», «Н». Напорный сосуд 4 опускают ниже расширения бюретки 1. Кран 12 ставят на соединение бюретки 1 с бюреткой 2. Производят 10—12 качаний, как и при заполнении аппарата азотом, определяют количество поглощенного  $\text{CO}_2$ . Делают 2—3 контрольных качания и опять проверяют количество поглощенного  $\text{CO}_2$ . Если результаты совпадают, переходят к поглощению  $\text{O}_2$ . Краны 12 и 13 ставят на соединение бюретки 1 с бюреткой 3. Производят 16—18 качаний, затем отмечают количество поглощенного  $\text{O}_2$  и опять производят 5—6 контрольных качаний. Записывают результаты опыта в таблицу. Все краны аппарата ставят в нейтральное положение.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Запишите данные анализа в таблицу. 2. Произведите полный расчет процентного содержания  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  в исследуемом воздухе.

Пример расчета состава выдыхаемого воздуха. Отсчет после поглощения углекислого газа — 9,74, т. е. в 10 мл воздуха содержится 0,26 мл  $\text{CO}_2$  ( $10 - 9,74 = 0,26$  мл).

После поглощения кислорода отсчет равен 7,94 мл, т. е. в 10 мл воздуха содержится 1,8 мл  $\text{O}_2$  ( $9,74 - 7,94 = 1,8$  мл).

Расчет содержания  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{N}_2$ .

$$\begin{aligned} \text{I. Углекислого газа: } & \begin{array}{l} 10 \text{ мл} - 0,26 \text{ мл} \\ 100 \text{ мл} - x \end{array} \\ & x = 0,26 \times 100 = 2,6\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II. Кислорода: } & \begin{array}{l} 10 \text{ мл} - 1,8 \text{ мл} \\ 100 \text{ мл} - y \end{array} \\ & y = \frac{0,8 \times 100}{10} = 18\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III. Азота: } & \begin{array}{l} 2,6 + 18 = 20,6\% \\ 100 - 20,6 = 79,4\% \end{array} \end{aligned}$$

Расчет по приведенным выше формулам справедлив только в том случае, когда первоначальный объем воздуха в бюретке равен 10 мл.

Заполнение системы растворами производят по методике, описанной в Практикуме под редакцией Г. И. Зилова, выпущенном I Московским медицинским институтом.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каков газовый состав атмосферного воздуха? 2. Каково процент-

ное содержание и парциальное давление  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  в альвеолярном и выдыхаемом воздухе? 3. Какой принцип положен в основу методики газового анализа с помощью аппарата Холдена?

## РАБОТА 7 (46)

### ОКСИГЕМОМЕТРИЯ И ОКСИГЕМОГРАФИЯ

**Цель работы:** Проиллюстрировать влияние недостатка кислорода на содержание в крови оксигемоглобина.

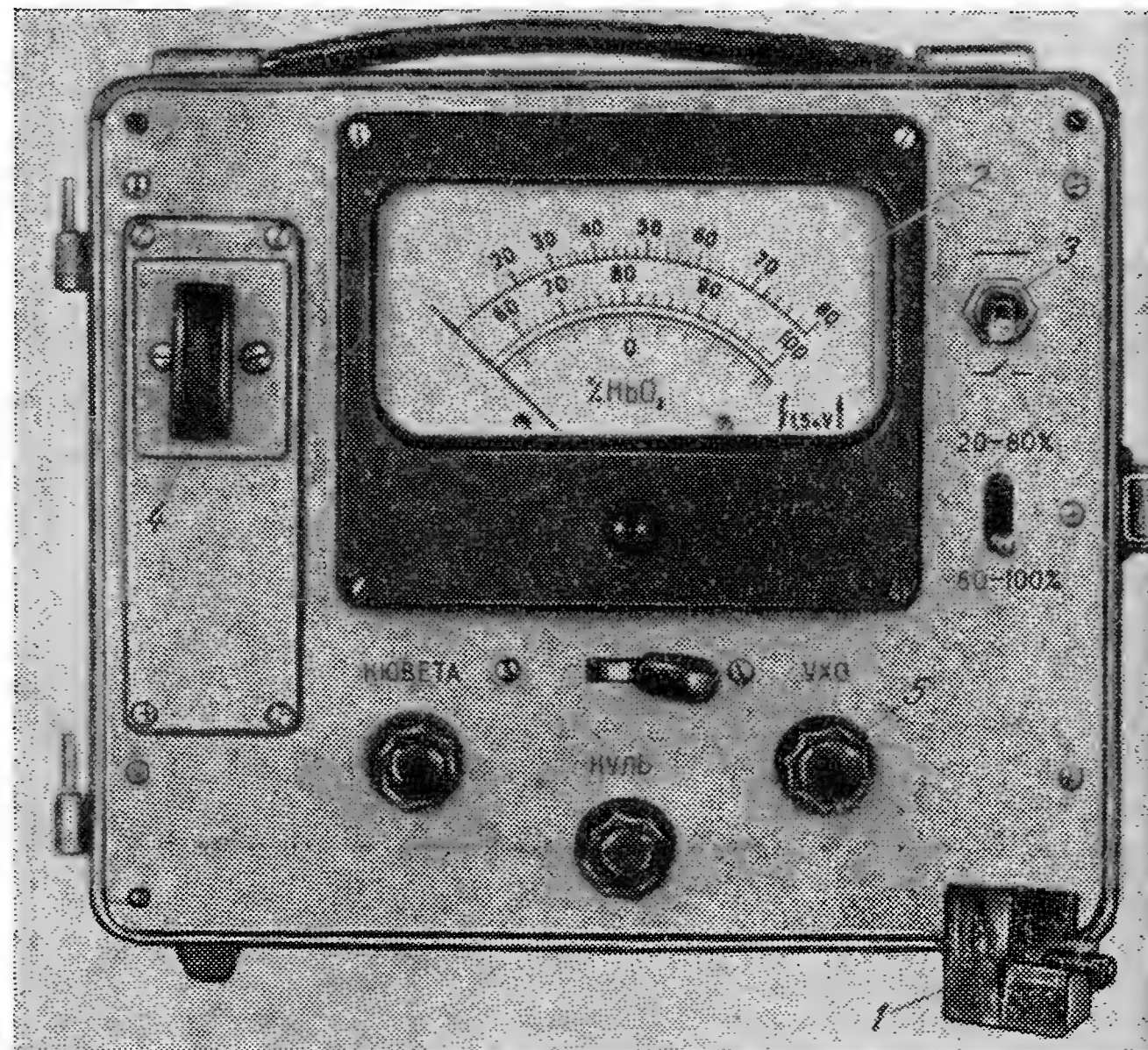


Рис. 88. Оксигемометр (пояснения в тексте).

Кислород, поступая из альвеолярного воздуха в кровь, образует химическое соединение оксигемоглобин. Чем больше растворено кислорода в крови, тем больше образуется оксигемоглобина. Артериальная кровь насыщена кислородом на 95—97%. Фотоэлектрический метод определения степени насыщения крови кислородом, основанный на спектральных свойствах оксигемоглобина, называется оксигемометрией.

**Для работы необходимы:** оксигемометр, оксигемограф.

Оксигемометр (рис. 88) состоит из датчика (1), накладываемого на ушную раковину, и измерительного блока. Датчик соединен с измерительным блоком гибким многожильным проводом. Состоит датчик из двух крышек, соединенных между собой пружинной скобкой. Во внутреннюю часть одной из крышек вставлен



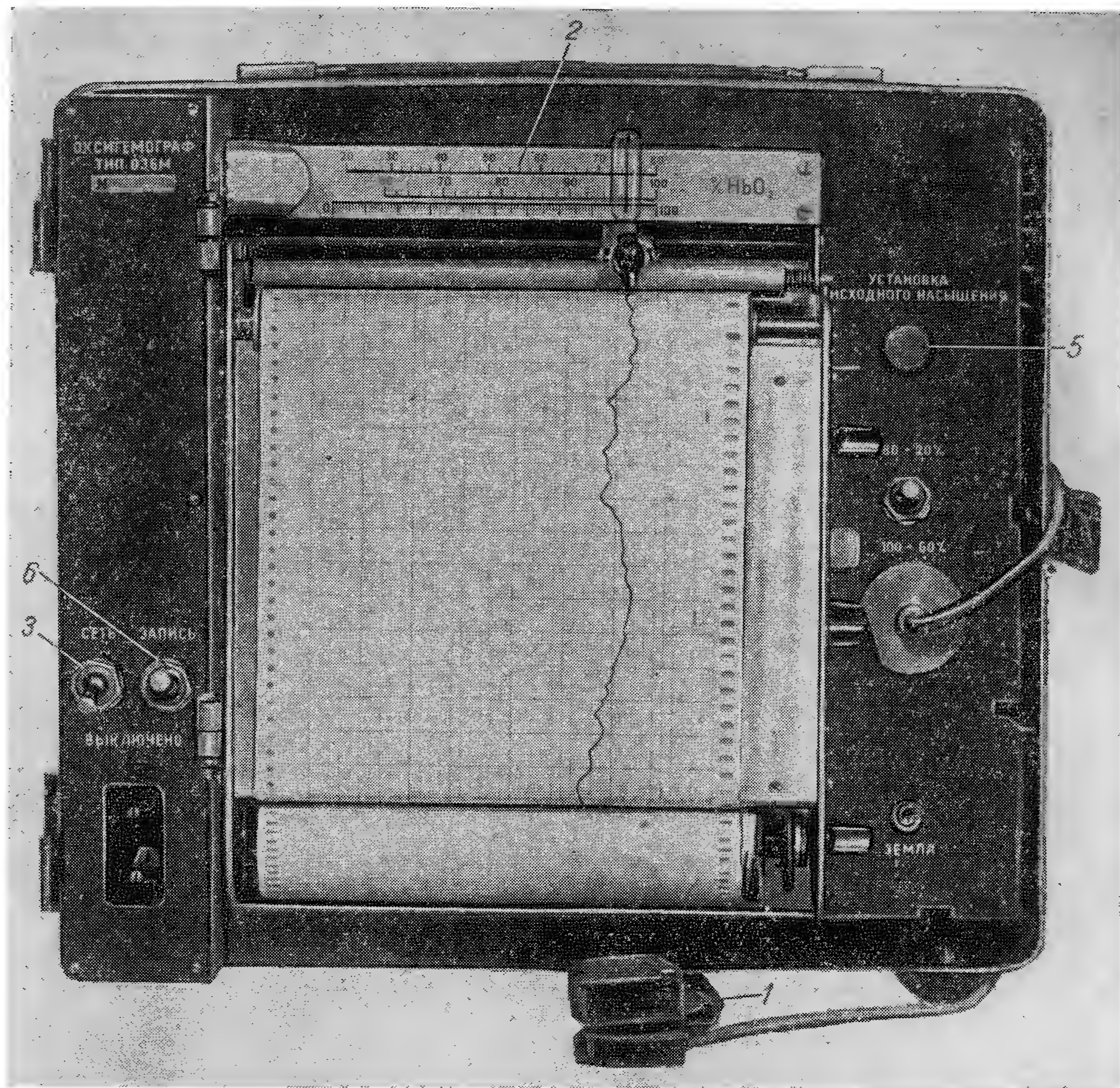


Рис. 89. Оксигемограф (пояснения в тексте).

фотоэлемент. Осветительная лампа ушного датчика одновременно служит источником тепла, необходимого для артериализации крови в фотометрируемом участке. Изменение степени насыщения крови кислородом вызывает изменение цвета крови. Это изменение цвета крови приводит к изменению интенсивности светового потока, что регистрируется фотоэлектрическим датчиком. Таким образом, работа прибора основана на преобразовании изменения цвета крови в изменение фототока. Значение фототока указывает стрелка измерительного прибора, включенного в электронную схему. На передней панели регистрирующей части прибора находится шкала (2), имеющая два пре-

дела измерения (от 100 до 60% и от 80 до 20% с ценой деления, равной 2% насыщения) (5), и ручка, регулирующая положение стрелки при измерении насыщения крови в пробах циркулирующей крови.

Оксигемограф (рис. 89) — прибор, основанный на том же принципе. Оксигемограф состоит из двух частей: датчика и регистрирующей части. В отличие от оксигеметра оксигемограф записывает на бумаге показания датчика в виде оксигеграммы. Устройство датчика оксигемографа такое же, как и датчика оксигеметра.

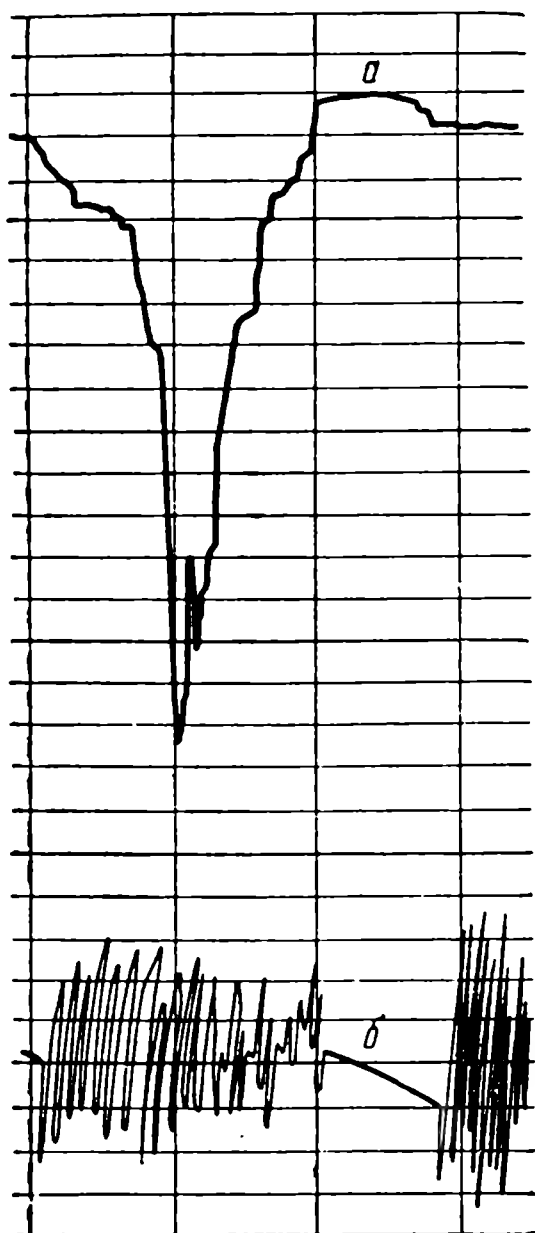
**Проведение работы.** Включают прибор в сеть и дают ему прогреться 5—10 минут. После



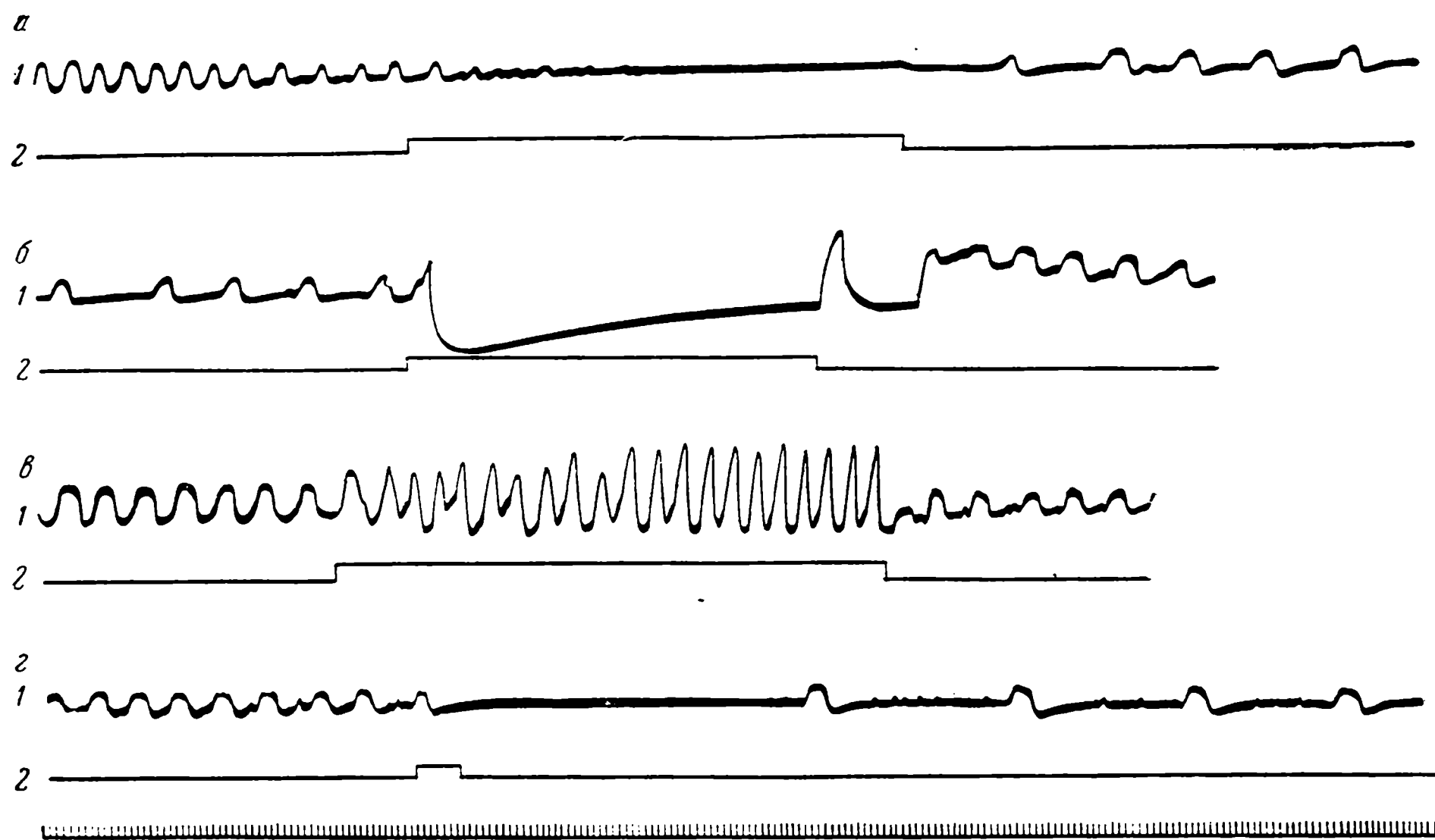
этого датчик укрепляют в верхней части ушной раковины. Дают уху прогреться 5—10 минут. Испытуемый в течение 3—5 минут дышит чистым кислородом, после чего включают лентопротяжный механизм (6) и регистрируют показания датчика на бумаге при скорости записи 10 мм/мин. Одновременно регистрируют дыхание. Ручкой «установка исходного насыщения»

графа в зависимости от того, на вдохе или на выдохе задержано дыхание.

**Ответьте на вопросы:** 1. В каком состоянии находится кислород в крови? 2. Одинаково ли сродство гемоглобина человека и, например, рыбы к кислороду? Почему? 3. Каково в норме насыщение артериальной крови кислородом? 4. Каков принцип устройства оксигеометра и оксигеомографа?



**Рис. 90.** Параллельная запись: оксигеометра (а) и дыхания (б).



**Рис. 91.** Влияние некоторых факторов на регуляцию дыхания у экспериментального животного.

а — раздражение блуждающего нерва; б — пережатие сонных артерий; в — пережатие трахеи; г — двусторонняя перерезка вагуса; 1 — кривая дыхания; 2 — отметка применяемого фактора. Отметка времени 0,3 сек.

(5) устанавливают стрелку на величину исходного насыщения. За величину исходного насыщения можно принять у здоровых людей 96—97 %.

Предлагают испытуемому задержать дыхание на 0,4—2 минуты сначала на вдохе, а затем на выдохе. Наблюдают отклонение стрелки прибора от исходного уровня либо изменение характера записи на бумаге. Замечают время, необходимое для восстановления исходного уровня насыщения крови кислородом.

Предлагают испытуемому сделать 20 приседаний. Отмечают, как изменились показания оксигеомографа, сколько минут требуется для восстановления исходного процентного насыщения крови кислородом.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Наклейте кривую записи оксигеометра в тетрадь (примерную кривую см. на рис. 90). 2. Отметьте, как изменяются показания оксигеомо-

## РАБОТА 8 (47)

### ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА РЕГУЛЯЦИЮ ДЫХАНИЯ

**Цель работы:** Выяснить в условиях острого опыта, какое влияние на дыхание оказывает раздражение различных отделов сосудистой и дыхательной систем.

Рефлекторное изменение деятельности дыхательного центра происходит под влиянием импульсов, идущих от самых разнообразных экстеро- и интерорецепторов. Одни из этих импульсов возбуждают дыхательный центр, другие тормозят. Импульсы, приходящие к дыхательному центру по центостремительным нервам, влияют на его возбудимость. При перерезке этих нервов резко снижается возбудимость ды-



хательного центра по отношению к гуморальным раздражителям.

**Для работы необходимы:** электронный измеритель давления с пневмографическим датчиком, электрокардиограф, осциллопическая приставка, трахеотомическая канюля, набор хирургических инструментов, кошка или кролик.

**Проведение работы.** Собирают установку для графической регистрации дыхательных дви-

воздуха с пониженным содержанием  $O_2$  и повышенным содержанием  $CO_2$ .

Недостаток кислорода в крови (гипоксия) вызывает одышку. Механизм этой одышки рефлекторный. Гипоксическая кровь возбуждает дыхательный центр, действуя на хеморецепторы сосудистого русла (аортальной и каротидной зон). При вдыхании воздуха с повышенным содержанием  $CO_2$  увеличивается количество углекислоты в крови. Это приводит к уси-

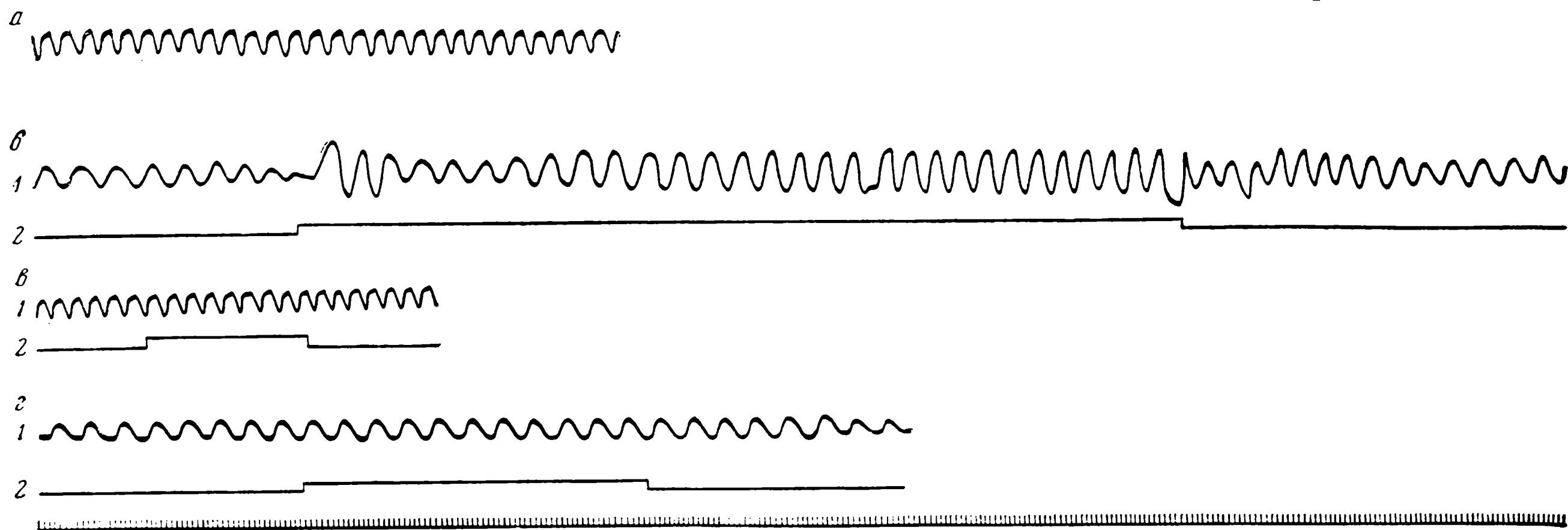


Рис. 92. Гуморальные влияния на дыхание.

*а* — дыхание атмосферным воздухом; *б* — дыхание смесью газов; *в* — перерезка депрессора и полная денервация аорты; *г* — дыхание смесью газов при денервации аорты; 1 — кривая дыхания; 2 — действие фактора.

жений [см. работу 1 (40)]. В трахею предварительно наркотизированному животному вставляют трахеотомическую канюлю, один конец которой соединяют с датчиком дыхания. Наше животное отпрепаровывают сонные артерии и блуждающий нерв. Регистрацию дыхания проводят, применяя последовательно: а) раздражение блуждающего нерва (рис. 91, а); б) пережатие обеих сонных артерий (рис. 91, б); в) пережатие трахеи на 20—30 секунд (рис. 91, в). Опыт заканчивают регистрацией дыхания в процессе одновременной двусторонней перерезки блуждающего нерва (рис. 91, г).

**Рекомендация к оформлению работы:** Наклейте в тетрадь полученные кривые и проанализируйте их.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как влияет раздражение блуждающего нерва на дыхание? 2. Каков механизм влияния на дыхание пережатия сонных артерий? 3. Каков механизм влияния на дыхание пережатия трахеи?

#### РАБОТА 9 (48)

#### ГУМОРАЛЬНЫЕ ВЛИЯНИЯ НА ДЫХАНИЕ

**Цель работы:** Выяснить роль хеморецепторов аортальной и каротидной зон при вдыхании

лению дыхания, т. е. к гиперпноэ. Чувствительность к углекислоте со стороны нервных образований столь велика, что при увеличении содержания углекислого газа в альвеолярном воздухе на 0,01% легочная вентиляция увеличивается на 5% (Холден).

**Для проведения работы необходимы:** набор хирургических инструментов, 6 л воздуха с 10—14% содержанием кислорода, 0,03% углекислого газа и 86% азота, ЭИД-1 с пневмографическим датчиком, осциллопическая приставка, электрокардиограф, аппарат Киппа, кролик.

**Проведение работы.** Схема установки для регистрации дыхания такая же, как и в предыдущей работе. Опыт ставится на ненаркотизированном кролике. Животное фиксируют в станке и отпрепаровывают с двух сторон депрессорные нервы. В трахею вставляют трахеотомическую трубку, соединив ее с датчиком дыхания. Записывают дыхание кролика при вдыхании атмосферного воздуха (рис. 92, а). Затем с помощью трехходового крана переключают животное на дыхание воздухом с 10—14% содержанием кислорода (рис. 92, б). Переключают животное с помощью трехходового крана на дыхание воздухом с повышенным содержанием  $CO_2$ . Момент переключения отмечают на кри-

вой записи дыхания (см. рис. 92, б). Перерезают с двух сторон депрессорные нервы и денервируют сонные артерии. Регистрируют дыхание кролика при вдыхании атмосферного воздуха (рис. 92, в). Дают животному опять подышать смесью газов с 10—14% содержанием кислорода и регистрируют дыхание (рис. 92, г).

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Отметьте характер изменений дыхания при вы-

дыхании газовой смеси до и после перерезки нервов и проанализируйте его причины.

**Ответьте на вопросы:** 1. Чем объясняется тот факт, что после перерезки депрессорных нервов ритм дыхания при вдыхании газовой смеси не изменился? 2. Нарисуйте рефлекторную дугу данного рефлекса. 3. Какие вы знаете хеморецепторные зоны сосудистой системы, с которых гуморальные агенты влияют на дыхание?

## Г Л А В А VI

### ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ПИТАНИЕ

Обмен веществ и энергии между организмом и средой является неотъемлемым свойством всех биологических систем. Процесс обмена заключается в непрерывной ассимиляции питательных веществ, накоплении энергии в тканях организма и одновременной диссимиляции сложных органических веществ клеток, освобождении энергии и ее трансформации. Эта энергия используется организмом для обеспечения всех жизненных процессов — дыхания, кровообращения, пищеварения, мышечной работы, поддержания постоянной температуры тела и т. д.

Исходным материалом для создания и обновления живой ткани в организме является пища. Источником энергии, освобождающейся в процессе диссимиляции, служат вещества клеток, которые образуются в процессе ассимиляции из переработанных питательных веществ. Пища должна покрывать расход энергии и удовлетворять потребность организма в пластических веществах. Очень важно, чтобы пища содержала все необходимые организму вещества (белки, жиры, углеводы, витамины) и чтобы калорийность этих веществ соответствовала энергетическим затратам организма. Обмен веществ находится под регулирующим влиянием центральной нервной системы и желез внутренней секреции.

---

#### РАБОТА 1 (49)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНОГО ОБМЕНА С ПОМОЩЬЮ СПИРОМЕТАБОЛОГРАФА (МЕТОД НЕПОЛНОГО ГАЗОВОГО АНАЛИЗА)

---

**Цель работы:** Знакомство с методом определения основного обмена у человека по количеству поглощенного в единицу времени кислорода при помощи спирометабологафа. Под

основным обменом подразумевают расход энергии в условиях относительного покоя (лежа) натошак<sup>1</sup> при температуре комфорта<sup>2</sup>.

**Для работы необходимы:** спирометабологграф, загубники, спирт, вата.

Спирометабологграф (рис. 93) представляет собой замкнутую циркуляционную систему, состоящую из спирометра (5), поглотителя углекислого газа (4) и клапанной коробки с краном включения испытуемого (рис. 94, Б). Колокол спирометра соединен с писчиком (рис. 93, 94, б). Рабочий объем спирометра 6 л. Спирометр точно реагирует на изменение объема в системе прибора при переходе дыхательного воздуха из системы в легкие и обратно. Перемещения колокола спирометра, соответствующие объему дыхания, записываются чернилами на бумаге.

Выдыхаемый испытуемым воздух через выдыхательный клапан направляется в поглотитель углекислоты (натронная известь), где освобождается от углекислого газа и водяных паров, затем поступает под колокол спирометра и смешивается там с воздухом (или кислородом, если система заранее заполнена кислородом). Объем циркуляционной системы прибора в процессе исследования уменьшается на объем поглощенного испытуемым кислорода. Это изменение объема регистрируется писчиком в виде нисходящей кривой дыхательных движений. Масштаб записи дыхания: 3 см на бумаге соответствует 1 л поглощенного кислорода.

**Проведение работы.** Испытуемый спокойно лежит на кушетке с загубником во рту, соединенным двумя резиновыми клапанами с прибором. Нос испытуемого зажимают специальным

---

<sup>1</sup> Имеется в виду голодание в течение не менее 12 часов.

<sup>2</sup> 18—20° С.



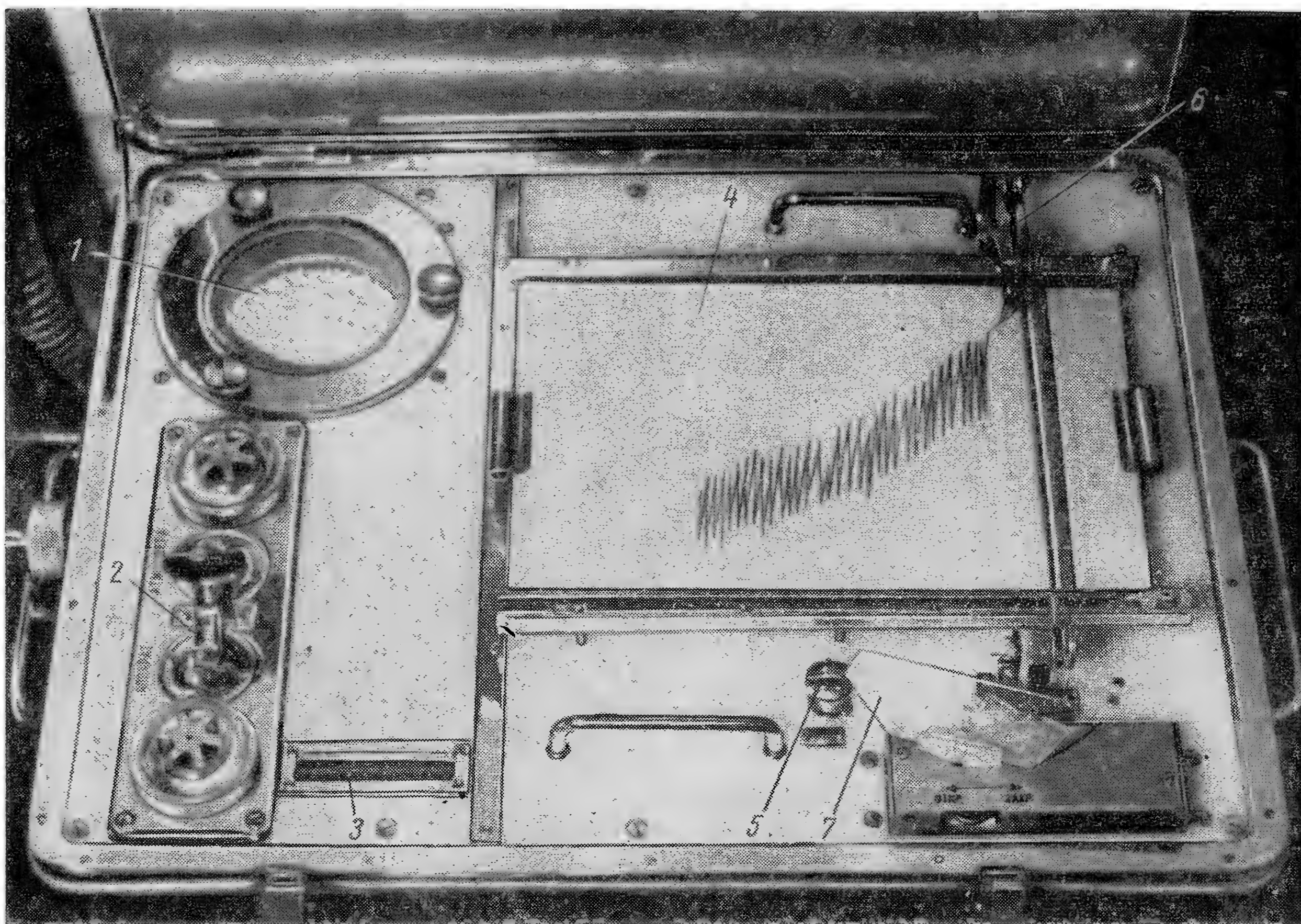


Рис. 93. Верхняя панель спирометаболога.

1 — поглотитель  $\text{CO}_2$ ; 2 — переключатель: «аппарат — атмосфера»; 3 — термометр; 4 — кассета с бумагой; 5 — ручка отключения стопора; 6 — записывающий механизм; 7 — вертушка.

зажимом. Когда у испытуемого устанавливается спокойное дыхание, начинают исследование — переключают кран на циркуляцию дыхательного воздуха через аппарат и включают лентопротяжный механизм. Запись ведется на отдельных листах бумаги. Для определения основного обмена дыхательные движения записывают при скорости кимографа 25 мм/мин. На листе записывается кривая потребления кислорода. Опыт продолжают 3—5 минут.

Полученная в опыте кривая (спирограмма) служит для вычисления объема поглощенного кислорода и определения основного обмена. Потребление кислорода (в минуту) определяют по наклону спирограммы. Высота наклона соответствует количеству поглощенного кислорода (1 л — 3 см). Скорость движения бумаги 25 мм/мин, следовательно, 25 мм записи по горизонтали соответствуют 1 минуте. Определив количество поглощенного в 1 минуту кислорода, вычисляют его потребление за сутки. Для определения величины основного обмена объем

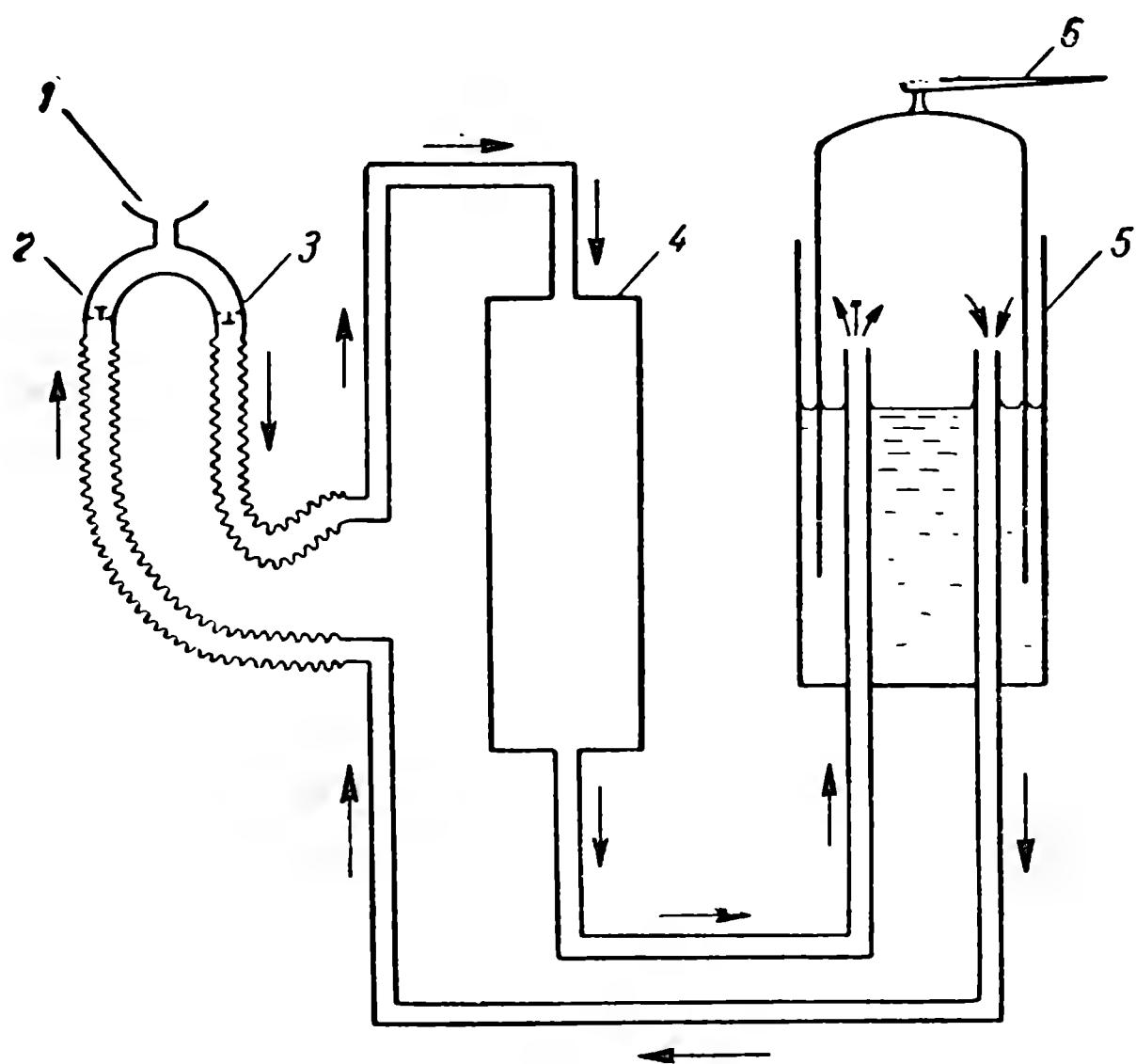
поглощенного за сутки кислорода умножают на калорический коэффициент кислорода (4,8 ккал).

**Пример расчета.** По записи на миллиметровой бумаге или с помощью специального угольника определяют, что за 1 минуту испытуемый потребляет 0,25 л кислорода. Следовательно, за 1 час он потребляет:  $0,25 \times 60 = 15$  л  $\text{O}_2$ , за сутки:  $15 \times 24 = 360$  л  $\text{O}_2$ . Вычисляем основной обмен:  $4,8 \times 360 = 1728$  ккал.

Для исследования основного обмена, кроме спирометаболога, существуют и другие приборы. Два из них — аппарат Крота и метаболитметр — показаны на рис. 95, 96 и 97.

**Рекомендации к оформлению работы:** Зарисуйте схему устройства спирометаболога. Вырежьте спирограмму, наклейте ее в тетрадь, проведите расчет основного обмена испытуемого по полученным в опыте данным.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как отразится на величине основного обмена прием человеком накануне исследования пищи, богатой белками? 2. Изменится ли основной обмен (если да,



**Рис. 94.** Схема устройства спирометабографа.  
1 — загубник; 2 — вдыхательный клапан; 3 — выдыхательный клапан; 4 — поглотитель  $\text{CO}_2$ ; 5 — спирометр; 6 — писчик.

то в какую сторону), если определять его:  
а) при температуре окружающей среды, вызывающей у испытуемого ощущения холода;  
б) в душном помещении, воздух в котором содержит большой процент  $\text{CO}_2$ ?

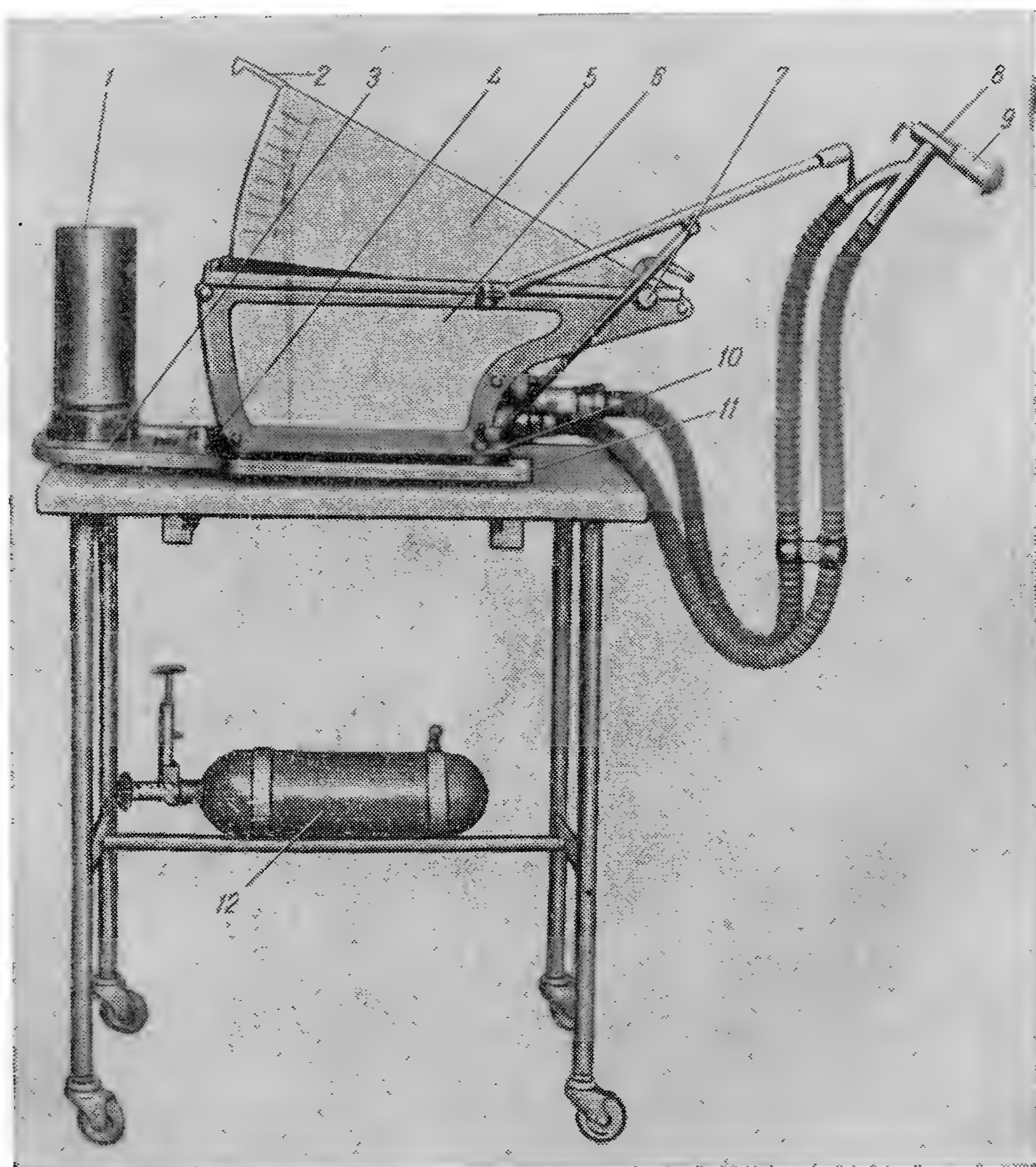
#### РАБОТА 2 (50)

#### РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ОБМЕНА ПО ТАБЛИЦАМ

**Цель работы:** Сопоставить данные основного обмена испытуемого, полученные с помощью прибора, со среднестатистическими данными. После экспериментального определения основного обмена с помощью приборов нужно установить, соответствует ли полученный результат норме. Существует специальная таблица (номограмма), с помощью которой по полу, возрасту, росту и весу испытуемого рассчитывают, какой должен быть у него основной обмен в норме (см. приложение, табл. VI и VII).

**Для работы необходимы:** ростомер, весы, таблицы для определения основного обмена.

**Проведение работы.** С помощью ростомера измеряют рост испытуемого и взвешивают



**Рис. 95.** Аппарат для исследования основного обмена (аппарат Крога).  
1 — барабан регистратора; 2 — перо регистратора; 3 — часовой механизм регистратора; 4 — уровень; 5 — внутренний клинообразный сосуд спирометра; 6 — наружный клинообразный сосуд спирометра; 7 — балансирующий груз; 8 — двухходовой кран; 9 — загубник; 10 — сливной кран; 11 — регулировочный винт; 12 — кислородный баллон.



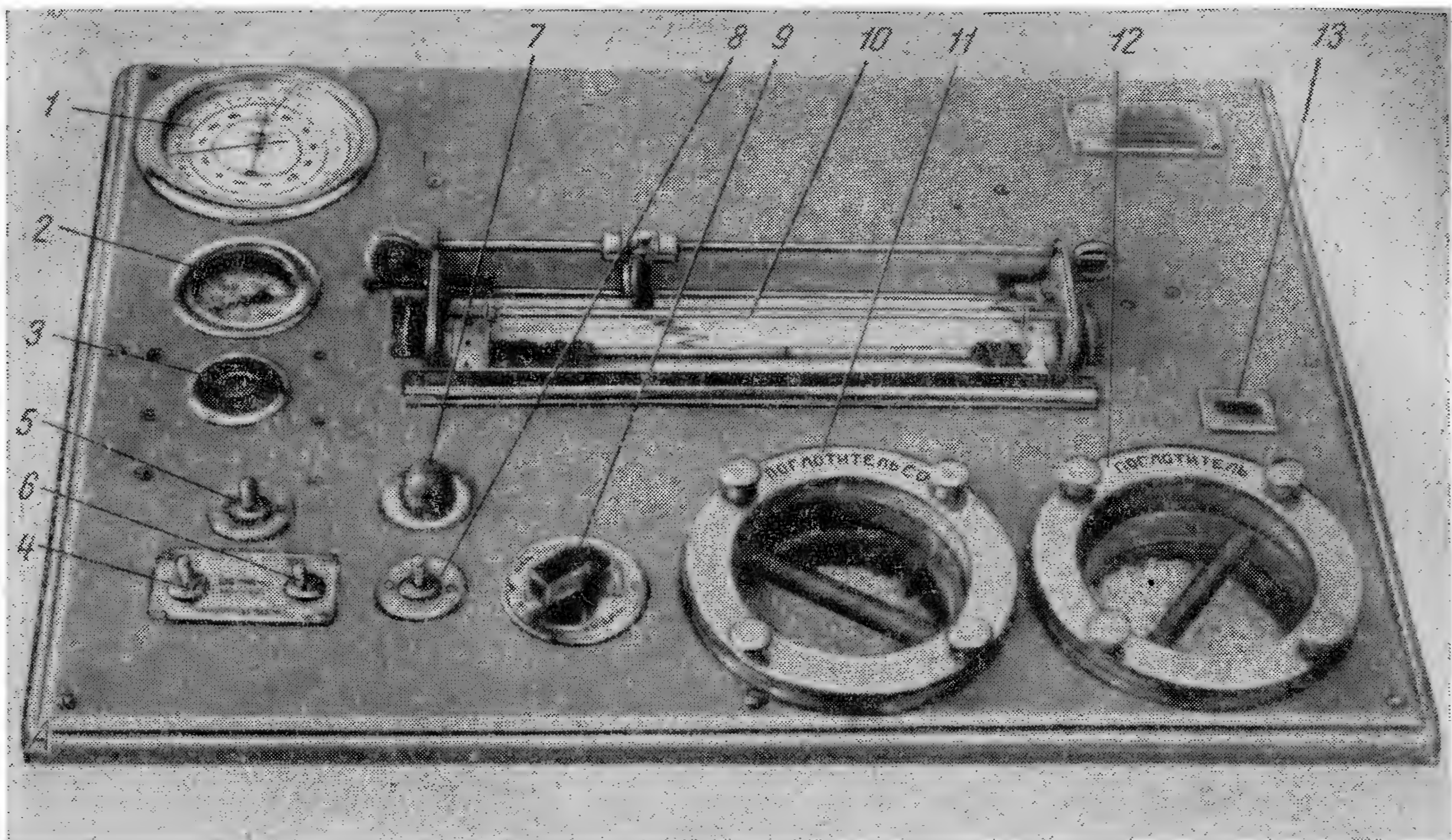
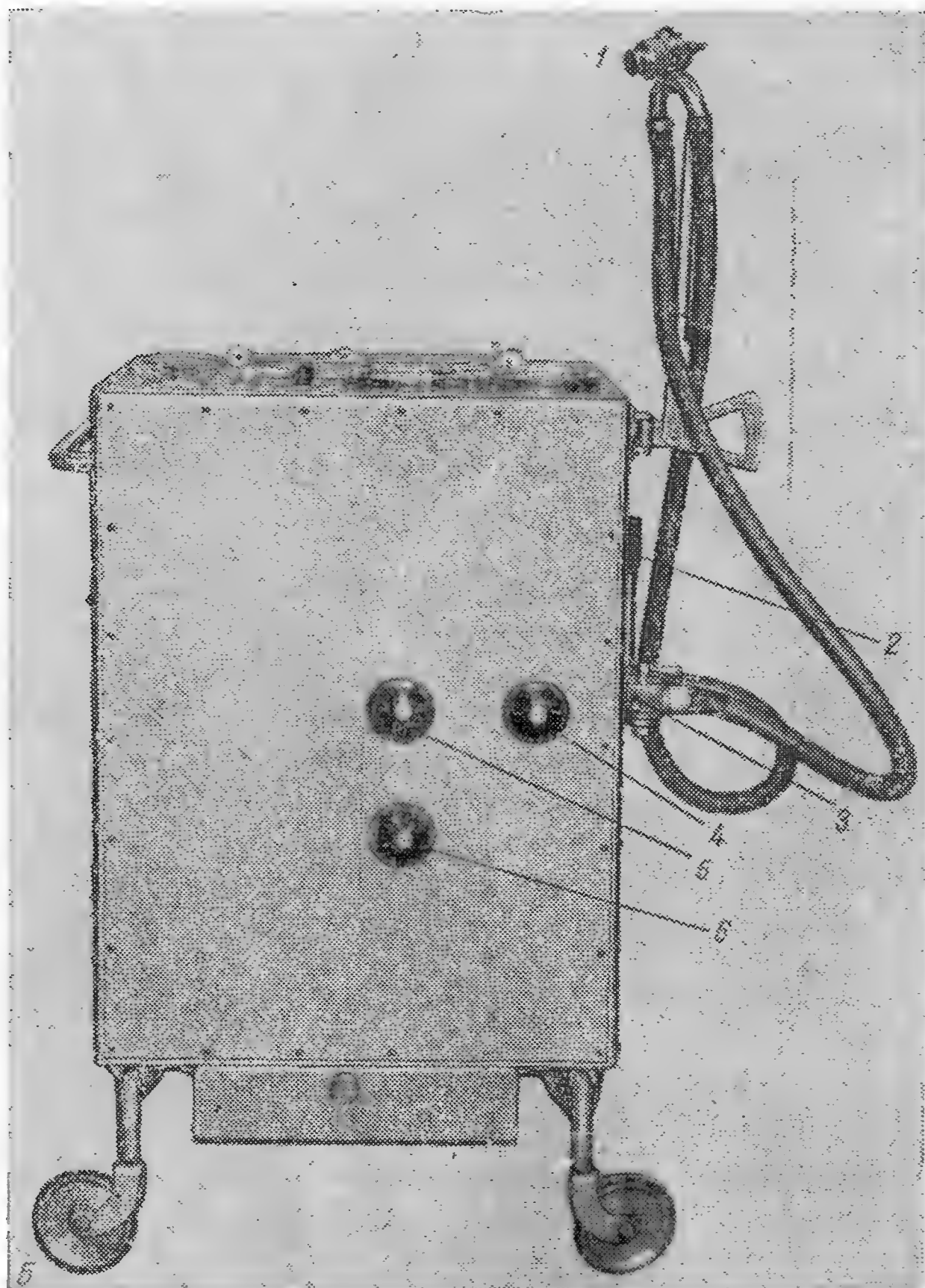


Рис. 96. Метаболизатор.

А — верхняя панель: 1 — барометр; 2 — манометр высокого давления; 3 — подключение кислородного баллона; 4 — включение записывающего механизма; 5 — включение счетчика литров; 6 — включение мотора; 7 — сигнальная лампа; 8 — включение прибора; 9 — регулятор производительности насоса; 10 — записывающий механизм; 11, 12 — поглотители  $\text{CO}_2$ ; 13 — счетчик литров. Б — вид боковой панели прибора и некоторых вспомогательных устройств: 1 — кран маски; 2 — термометр; 3 — кран продувки; 4 — кран поглотителя  $\text{CO}_2$ ; 5 — кран поглотителя  $\text{CO}_2$ ; 6 — кран бака.



его. Например, испытуемым является мужчина 23 лет, ростом 172 см, весящий 75 кг. Таблицы для мужчин и женщин разные, так как у мужчин основной обмен примерно на 10% выше, чем у женщин. Номограмма состоит из двух таблиц — А и Б. В таблице А находят вес испытуемого и против него число 1098. В таблице Б находят по горизонтали возраст (23 года) и по вертикали рост (172 см); на пересечении графы возраста и роста находится цифра 705. Складывают оба найденных числа и получают  $1098 + 705 = 1803$ . Следовательно, нормальный основной обмен для данного испытуемого должен составлять 1803 ккал.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Сопоставьте цифру основного обмена, полученную с помощью приборов, с результатом, найденным по номограмме. 2. Определите процент отклонения основного обмена испытуемого от нормы (патологическим считается отклонение больше чем на 10%).

**Ответьте на вопрос:** У кого из двух испытуемых: мужчины 30 лет, рост которого 176 см и вес 76 кг, и женщины 35 лет, ростом 156 см и весом 60 кг уровень основного обмена в норме выше?

---

**РАБОТА 3 (51)**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ЭНЕРГИИ ПРИ ОТНОСИТЕЛЬНОМ ПОКОЕ И ПРИ НАГРУЗКЕ (ПО СПОСОБУ ДУГЛАСА—ХОЛДЕНА)**

---

**Цель работы:** Определить расход энергии в состоянии относительного покоя и при работе.

**Для работы необходимы:** мешок Дугласа, газоанализатор Холдена, газовый счетчик, загубник, трехходовой кран с выдыхательным клапаном (или зажимы для мешка Дугласа).

Устройство газового счетчика и газоанализатора Холдена, а также правила работы с ними приведены в разделе «Дыхание» [см. работу 6(44)].

**Задача 1.**

**Определение расхода энергии в состоянии относительного покоя**

**Проведение работы.** Испытуемый, спокойно сидя на стуле, в течение 5 минут выдыхает воздух в мешок Дугласа. После этого мешок закрывают и проводят газовый анализ с помощью аппарата Холдена. Проведя анализ, измеряют объем выдохнутого воздуха с помощью газового счетчика. По данным газового анализа и объему выдохнутого воздуха производят расчет. Допустим, испытуемый за 5 минут выдохнул 42 л воздуха, в нем содержалось 17%  $O_2$  и 3,5%  $CO_2$ . Состав атмосферного воздуха известен, в нем содержится 20,96%  $O_2$  и 0,03%  $CO_2$ . При расчете можно содержание кислорода в атмосферном воздухе принять равным 21%, а содержанием углекислоты пренебречь. Если в атмосферном воздухе содержится 21% кислорода, а в выдыхаемом — 17%, то, следовательно, из каждых 100 мл воздуха, прошедших через легкие, поглощено организмом  $21 - 17 = 4$  мл  $O_2$  и выделено при этом 3,5 мл  $CO_2$ . Рассчитывают потребление кислорода за 1 минуту<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> При расчетах расхода энергии на практических занятиях допускаются некоторые упрощения. Так, объем вдыхаемого воздуха принимают равным объему выдыхаемого. На самом деле этот объем больше, так как часть поглощенного кислорода используется на окисление водорода и выделяется в виде воды. Однако разница так мала, что ее можно в расчет не брать. Чтобы сравнить данные, полученные при различных условиях, следует приводить объемы воздуха к нормальным условиям, т. е. к 0° и 760 мм рт. ст.

Испытуемый за 5 минут выдохнул 30 л воздуха, следовательно, минутный объем дыхания у него равен 6 л или 6000 мл ( $30 : 5 = 6$  л). Составляют пропорцию: из 100 мл воздуха потребляется 4 мл  $O_2$ , из 6000 мл воздуха потребляется х.

$$x = \frac{6000 \times 4}{100} = 240 \text{ мл,}$$

т. е. испытуемый за 1 минуту поглощал 240 мл  $O_2$ .

Определяют дыхательный коэффициент.

$$ДК = \frac{\text{выделенный } CO_2}{\text{поглощенный } O_2} = \frac{3,5}{4,0} = 0,37.$$

Калорический эквивалент кислорода при данном дыхательном коэффициенте находят по таблице (см. табл. III). Он равен 4,88 ккал. Умножая объем поглощенного за минуту кислорода на калорический эквивалент кислорода, находят расход энергии испытуемого за 1 минуту; он составляет:  $0,240 \times 4,88 = 1,17$  ккал. За час расход энергии будет в 60 раз больше:  $1,17 \times 60 = 70,2$  ккал; за сутки:  $70,2 \times 24 = 1684$  ккал.

**Задача 2.**

**Определение расхода энергии при мышечной работе**

Это исследование проводят на том же человеке, у которого определяли расход энергии в состоянии относительного покоя, чтобы иметь возможность сравнить полученные результаты. Испытуемому предлагают в течение 3 минут выполнять какие-либо физические упражнения (ходьба по лестнице, приседания, бег на месте), выдыхая при этом воздух в газообменный мешок Дугласа. Определение минутного объема дыхания, анализ выдыхаемого воздуха и расчеты проводят так же, как в предыдущей задаче.

**Рекомендации к оформлению работы:** Сопоставьте цифры, полученные в первой и второй задачах, и запишите результаты в виде вывода.

**Ответьте на вопрос:** Одинаков ли уровень обмена у двух здоровых людей одного пола, возраста, роста и веса, если один из них перед исследованием получил 200 г мяса, а другой 200 г картофеля, и если неодинаков, то почему?

---

**РАБОТА 4 (52)**

**ВЫЧИСЛЕНИЕ ОСНОВНОГО ОБМЕНА ПО ФОРМУЛЕ РИДА**

---

Формула Риды дает возможность вычислить процент отклонения величины основного обмена



на от нормы. Эта формула основана на том, что существует связь между артериальным давлением, частотой пульса и продукцией тепла в организме. Очевидно, что вычисление основного обмена с помощью формул всегда даст только приблизительные результаты, но при некоторых заболеваниях (например, тиреотоксикозе) они являются вполне достоверными, и эти формулы часто применяются в клиниках. Отклонение до 10% считается в пределах нормы.

**Цель работы:** Определить процент отклонения основного обмена от нормы.

**Для работы необходимы:** сфигмоманометр, фонендоскоп или стетоскоп, часы с секундной стрелкой.

**Проведение работы.** У испытуемого измеряют пульс и артериальное давление (по способу Короткова) на правой руке 3 раза с промежутком в 1—2 минуты при соблюдении условий, необходимых для определения основного обмена (в клиниках исследование проводят через 12 часов после последнего приема пищи, в положении лежа и без какого-либо мышечного или умственного напряжения). Процент отклонения основного обмена от нормы определяют по формуле Рида: процент отклонения  $= 0,75 \times (\text{частота пульса} + \text{пульсовое давление} \times 0,74) - 72$ .

**Пример расчета.** Пульс 76 в минуту, артериальное давление 120/80 мм рт. ст.; процент отклонения  $= 0,75 \times [76 + (120 - 80) \times 0,74] - 72 = 0,75 \times (76 + 40 \times 0,74) - 72 = 7,2\%$ .

Основной обмен повышен на 7,2%, т. е. он в пределах нормы. Для упрощения расчетов по формуле Рида существует специальная номограмма (см. приложение, табл. IV). С ее помощью можно быстро сопоставить частоту пульса испытуемого со значением пульсового давления.

Точка пересечения со средней линией показывает величину отклонения основного обмена от нормы в процентах.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Сопоставьте цифры, полученные при определении основного обмена с помощью приборов и по таблицам, с данными, полученными по формуле Рида.

2. Определите процент отклонения основного обмена от нормы путем вычисления по формуле Рида и по номограмме.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как повлияет на энергетический обмен введение адреналина?

2. Как изменяется уровень энергетического обмена у спящего человека по сравнению с уровнем его основного обмена?

## РАБОТА 5 (53)

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ЭНЕРГИИ У ЖИВОТНЫХ С ПОМОЩЬЮ РЕСПИРАЦИОННОЙ КАМЕРЫ (МЕТОД ПОЛНОГО ГАЗОВОГО АНАЛИЗА)

**Цель работы:** Знакомство с методом определения обмена у мелких животных.

Для работы необходимы: респираторная камера, весы, газоанализатор Холдена, клетка для исследуемого животного, животное (морская свинка или крыса).

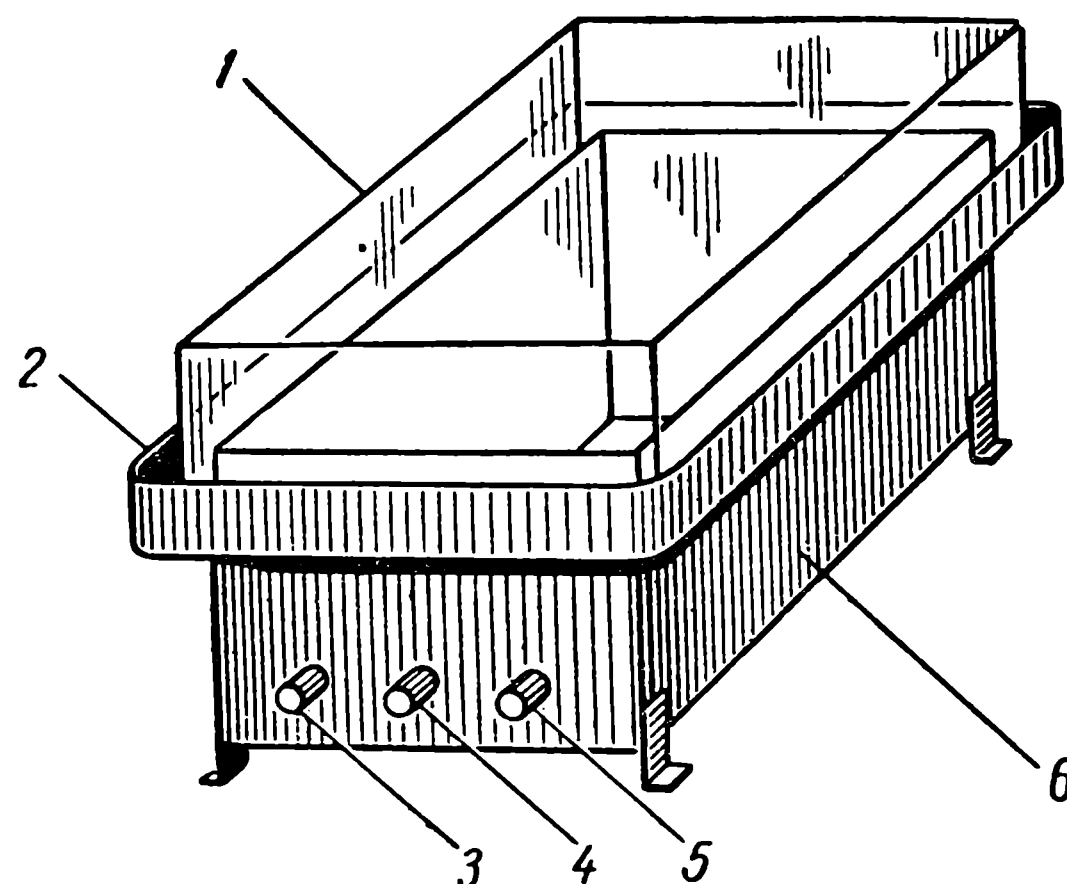


Рис. 97. Респираторная камера.

1 — плексигласовый колпак; 2 — желобок; 3, 4, 5 — отводные трубки для термометра, манометра и груши для взятия проб воздуха; 6 — металлическое основание камеры.

Респираторная камера (рис. 97) <sup>1</sup> представляет собой стеклянный или прозрачный пластмассовый колпак (1), входящий краями в желобок (2) металлического основания. Для достижения герметичности желобок заполняется водой. В основание камеры впаяны трубки (3, 4, 5) для укрепления термометра, манометра и резиновой груши для перемешивания воздуха и взятия проб.

**Проведение работы.** Животное взвешивают и помещают в камеру в небольшой проволочной клетке, чтобы ограничить его подвижность. До начала работы необходимо вычислить емкость камеры, если она неизвестна. Отмечают время начала опыта, температуру и давление воздуха в камере. Опыт продолжается от 10 минут до 1 часа в зависимости от емкости камеры и величины животного. Чем крупнее животное и меньше объем камеры, тем меньше время, не-

<sup>1</sup> Близкая по конструктивным особенностям респираторная камера разработана кафедрой физиологии Ярославского медицинского института.

обходимое для эксперимента. За несколько минут до конца опыта, повторно сжимая резиновую грушу, перемешивают воздух в камере. Перед окончанием опыта грушу наполняют воздухом из камеры, потом ее отверстие закрывают зажимом, снимают ее, присоединяют к газоанализатору Холдена и производят анализ воздуха [см. работу 6 (44)].

**Расчет.** Начальный и конечный объемы воздуха в камере приводят к нормальным условиям. Например: внутренний объем камеры 4 л; вес животного 200 г. Принимая условно удельный вес тела животного за единицу, получают объем самого животного — 0,2 л. Объем воздуха в камере 4 л — 0,2 л = 3,8 л.

Допустим, что начальная температура воздуха камеры была 19°, давление 748 мм рт. ст.; в конце опыта эти показатели были соответственно 21° и 751 мм рт. ст. Находят по таблице (см. приложение, табл. V) коэффициент приведения к нормальным условиям: для начала опыта 0,900, для конца — 0,891. Приведенный к нормальным условиям объем воздуха камеры в начале опыта:  $3,8 \times 0,900 = 3,42$  л; в конце опыта  $3,8 \times 0,891 = 3,39$  л.

Вычисляют начальные объемы кислорода и углекислого газа. В начале опыта состав воздуха камеры соответствует составу атмосферного воздуха ( $O_2$ —20,93%;  $CO_2$ —0,03%). Следовательно, объемы этих газов составляют:

$$\text{объем } O_2 = \frac{20,9 \times 3,42}{100} = 0,715 \text{ л;}$$

$$\text{объем } CO_2 = \frac{0,03 \times 3,42}{100} = 0,001 \text{ л.}$$

Вычисляют объемы кислорода и углекислого газа в конце опыта. Предположим, что анализ воздуха, взятого грушей из камеры, показал содержание кислорода 18,4%, углекислоты — 2,0%. Воздух камеры занимал бы в нормальных условиях объем 3,39 л. Тогда объемы  $O_2$  и  $CO_2$  составляют:

$$\text{объем } O_2 = \frac{18,4 \times 3,39}{100} = 0,624 \text{ л;}$$

$$\text{объем } CO_2 = \frac{2,0 \times 3,39}{100} = 0,068 \text{ л.}$$

Количество поглощенного животным кислорода и выделенной углекислоты узнают по разности объемов этих газов в камере в начале и в конце опыта:

$$\text{потреблено } O_2: 0,715 - 0,624 = 0,091 \text{ л;}$$

$$\text{выделено } CO_2: 0,068 - 0,001 = 0,067 \text{ л.}$$

Опыт длился 20 минут. Разделив эти величины на 20, получают газообмен за 1 минуту: потребленный  $O_2$  = 0,00455; выделенный = 0,00335 л.

Далее определяют дыхательный коэффициент:

$$\frac{\text{выделенный } CO_2}{\text{потребленный } O_2} = \frac{0,00335}{0,00445} = 0,75.$$

По таблице (см. приложение, табл. III) находят calorический эквивалент кислорода — 4,74 ккал.

Определяют расход энергии:

за 1 минуту:  $0,00445 \times 4,74 = 0,02156$  ккал;

за час:  $0,02156 \times 60 = 1,293$  ккал;

за сутки:  $1,293 \times 24 = 31,03$  ккал.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. За рисуйте респирационную камеру.

2. Определите по дыхательному коэффициенту характер окисляемых веществ у данного животного.

**Ответьте на вопрос:** У каких животных в норме дыхательный коэффициент относительно выше — у хищников или у травоядных?

---

#### РАБОТА 6 (54)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ У ПОЙКИЛОТЕРМНЫХ И ГОМОИОТЕРМНЫХ ЖИВОТНЫХ

---

**Цель работы:** Сравнить изменение обмена веществ у холоднокровного и теплокровного животного при одинаковом изменении температуры окружающей среды.

**Для работы необходимы:** две респирационные камеры с малым объемом, два газоанализатора Холдена, сухой лед (теплое время года), лягушка, мышь.

**Проведение работы.** В начале опыта определяют температуру и давление воздуха в обеих камерах в условиях лаборатории (при комнатной температуре). Взвешивают животных (желательно, чтобы они были одинакового веса), помещают мышь в одну камеру, лягушку в другую. Отмечают время начала опыта. Через 20 минут определяют поглощение кислорода за 1 минуту и расход энергии у этих животных способом, описанным в предыдущей работе. Затем (в зимнее время) выносят камеры с животными на открытый воздух или просто ставят за окно, где они находятся от 5 до 20 минут в зависимости от температуры. (Можно понизить температуру воздуха в камере, обложив ее сухим льдом.) Снова берут пробу воздуха из камеры, предварительно записав давление и температуру в камере. Взятый при понижении температуры воздух из камеры анализируют в аппарате Холдена и снова делают расчет.

**Рекомендации к оформлению работы:** Отметьте понижение обмена у лягушки и повышение его у мыши при понижении температуры окружающей среды.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как изменится дыхательный коэффициент при повышении температуры окружающей среды у мыши и у лягушки? 2. У кого из этих животных изменение дыхательного коэффициента будет выражено сильнее?



РАБОТА 7 (55)  
СОСТАВЛЕНИЕ ПИЩЕВЫХ РАЦИОНОВ

**Цель работы:** Познакомиться с принципами составления пищевых рационов для различных групп населения.

Питание должно быть рациональным, т. е. оно должно точно соответствовать потребностям человека в пластических веществах и энергии, обеспечивать нормальную жизнедеятельность организма, высокую трудоспособность, а у детей — правильный рост и развитие.

Физиологические нормы питания зависят от возраста, пола, роста и веса человека, от характера труда, а также от географических условий. У взрослого человека потребность в энергии зависит главным образом от рода трудовой деятельности, и по этому признаку взрослое население делят обычно на четыре категории.

**Потребность в энергии (в килокалориях в сутки) для лиц разных категорий труда**

Категория	Вид труда	Потребность в энергии
I	Лица умственного труда: ученые, врачи, инженеры, конторские работники и др.	3 000—3 200
II	Лица, работающие на механизированных производствах: токари, фрезеровщики, текстильщики, водители легковых автомобилей	
III	Лица, занятые физическим трудом на механизированных или частично механизированных предприятиях: слесари, истопники, рабочие совхозов, колхозники и т. д.	3 500
IV	Лица тяжелого физического труда: грузчики, землекопы и т. д.	4 000
		4 500—5 000

Для снабжения организма энергетическими материалами обычно вводятся пищевые продукты, содержащие углеводы, жиры и белки в определенных соотношениях.

Для четырех категорий рабочих и служащих, отличающихся друг от друга по количеству затрачиваемой энергии, Институтом питания АМН СССР рекомендуются следующие нормы питания:

Категория	Содержание в пище		
	белков	жиров	углеводов
	г/сутки		
I	109	106	433
II	122	116	491
III	141	134	558
IV	163	153	631

**Для работы необходимы:** таблицы химического состава пищевых продуктов и их калорийности.

**Проведение работы.** Пищевой рацион составляют при помощи специальных таблиц (см. приложение, табл. VIII), в которых указано процентное содержание в пищевых продуктах белков, жиров и углеводов и калорийность 100 г продукта.

При составлении пищевого рациона следует руководствоваться следующими соображениями. Калорийность пищевого рациона должна соответствовать суточному расходу энергии. При составлении пищевого рациона необходимо учитывать оптимальное для лиц данного вида труда количество белков, жиров и углеводов. Наилучшим режимом питания является четырехразовый прием пищи. Первый, утренний, завтрак должен содержать 25 — 30% всего суточного рациона, второй завтрак — 10 — 15%, обед — 40 — 45% и ужин — 15 — 20%. Продукты, богатые белком (мясо, рыба, яйца), рациональнее использовать для завтраков и обеда. На ужин следует оставлять молочно-растительные блюда. Не менее 1/3 белков и жиров должно поступать в организм в виде продуктов животного происхождения. Наряду с этим в пищевой рацион должны входить витамины, минеральные соли и вода. Перед составлением пищевого рациона чертят таблицу:

Режим питания	Название продукта	Вес, г	Содержание во взятом количестве продуктов, г			Калорийность
			белков	жиров	углеводов	
Первый завтрак						
Второй завтрак						
Обед						
Ужин						
Общее количество						

Поступающая в организм пища идет на восполнение энергетических затрат и используется в качестве пластического материала. Однако прежде чем ассимилироваться организмом, продукты должны подвергнуться соответствующей обработке. Совокупность процессов, обеспечивающих переход пищевых продуктов в вещества, ассимилируемые организмом, называется пищеварением.

Обработка пищевых продуктов складывается из механического размельчения их, увлажнения, перемещения по пищеварительному тракту, ферментативного расщепления и всасывания. Это осуществляется за счет ряда функций, присущих пищеварительной системе: 1) моторной (механическая обработка пищи, перемещение ее с пищеварительными соками, передвижение по пищеварительному тракту); 2) секреторной (выделение ферментов, расщепляющих пищевые вещества, и различных компонентов пищеварительных соков); 3) всасывательной (переход продуктов расщепления пищи из полости пищеварительного тракта в кровь или лимфу). Кроме этих основных, система пищеварения выполняет еще ряд функций, в частности: 1) **инкреторную** (выделение в кровь гормонов, внутреннего фактора Кэстла и др.); 2) **экскреторную** (выделение в полость кишечника ненужных веществ).

Многообразие функций пищеварительной системы определяет многочисленность методических приемов, используемых для их исследования.

### РАБОТА 1 (56)

#### НАБЛЮДЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ РЕСНИЧЕК ПИЩЕВОДА ЛЯГУШКИ

**Цель работы:** Наблюдать ритмическое сокращение ресничек пищевода лягушки как частное проявление автоматической моторной деятельности пищеварительного тракта.

**Для работы необходимы:** набор препаровальных инструментов, булавки, препаровальная доска, часы, линейка, семена мака, раствор Рингера для холонокровных, раствор сернокислого эзерина ( $4 \cdot 10^{-4}$  г/мл), раствор ацетилхолина ( $1 \cdot 10^{-5}$  г/мл), раствор сернокислого атропина ( $1 \cdot 10^{-6}$  г/мл), раствор d-тубокурарина ( $1 \cdot 10^{-6}$  г/мл), лягушка.

**Проведение работы.** Декапитируют и обезживают лягушку. Вскрывают грудную

клетку. Рассекают со стороны рта пищевод лягушки на всем его протяжении. Булавками фиксируют лягушку и растянутый пищевод на препаровальной доске. Промывают поверхность пищевода раствором Рингера. Измеряют скорость передвижения зерен мака по пищеводу. То же самое проделывают после воздействия эзеринном, ацетилхолином, атропином, d-тубокурарином. После каждого опыта промывают поверхность пищевода раствором Рингера.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте схему опыта. 2. Отметьте характер изменений движения ресничек пищевода лягушки под влиянием химических веществ.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каковы последовательность и направление движения ресничек пищевода? 2. Как изменяется ритмика движения ресничек после воздействия различными химическими веществами?

### РАБОТА 2 (57)

#### РЕГИСТРАЦИЯ МОТОРИКИ ИЗОЛИРОВАННОГО ОТРЕЗКА ТОНКОЙ КИШКИ КРОЛИКА — ОПЫТ Р. М. МАГНУСА (R. M. MAGNUS)

**Цель работы:** 1. Наблюдать характер автоматических движений различных отделов пищеварительного тракта. 2. Зарегистрировать периодичность сокращений изолированного отрезка кишки и характер изменений этих движений под влиянием некоторых химических веществ.

**Для работы необходимы:** штатив с зажимами, кимограф, рычажок Энгельмана, набор хирургических инструментов, стеклянный стакан на 100—200 мл, термометр, стеклянная изогнутая трубка, резиновая груша, лигатуры, теплый раствор Рингера — Локка ( $37-38^\circ$ ), ацетилхолин ( $1 \cdot 10^{-6}-10^{-9}$ ), адреналин ( $1 \cdot 10^{-6}-10^{-9}$ ), пилокарпин ( $1 \cdot 10^{-6}$ ), кролик.

**Проведение работы.** Забивают кролика введением в краевую вену уха воздуха. Вскрывают брюшную полость. Отмечают характер и частоту сокращений различных отделов пищеварительного канала. Выделяют отрезок тонкой кишки длиной 3—4 см и один его конец фиксируют на изогнутом конце стеклянной трубки, другой — соединяют с рычажком Энгельмана. Помещают отрезок кишки в стакан с раствором Рингера — Локка (рис. 98). Периодически подливая теплый раствор Рингера —



Локка, поддерживают постоянную температуру. С помощью резиновой груши непрерывно ведут аэрацию раствора. После записи сокращения отрезка кишки исследуют влияние химических веществ в следующем порядке: 1) влияние ацетилхолина, 2) адреналина, 3) пилокарпина. Указанные вещества вводят пипет-

В период голодания в деятельности пищеварительной системы наступают характерные изменения: появляются усиленные периодические сокращения желудка и кишечника и совпадающие с ними по времени периоды секреции поджелудочной железы и желез кишечника.

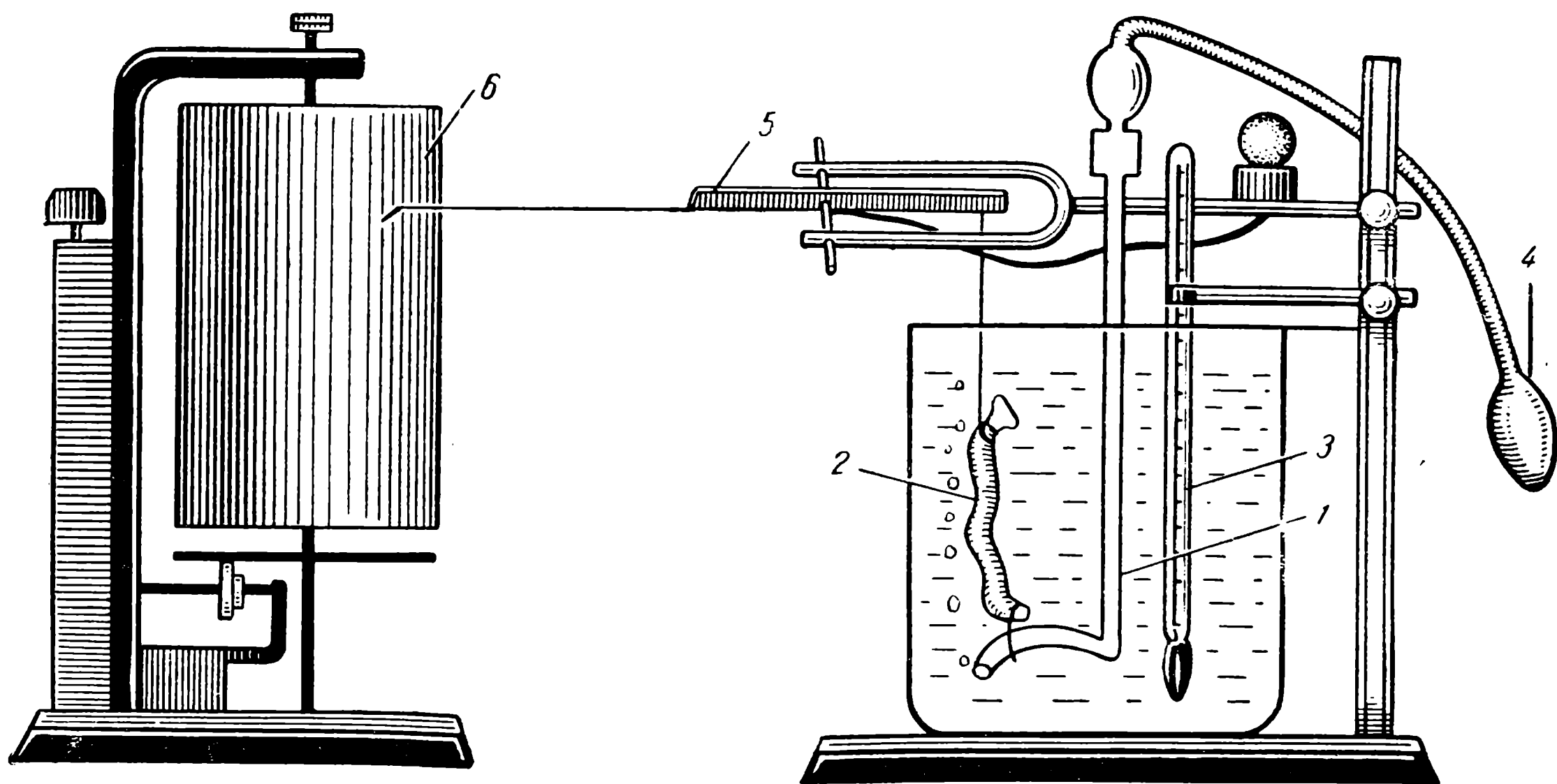


Рис. 98. Схема установки для наблюдения моторики изолированного отрезка кишки.  
1 — стеклянная трубка с крючком для фиксации кишки и аэрации раствора; 2 — отрезок кишки; 3 — термометр; 4 — резиновая трубка с грушей; 5 — рычажок Энгельмана; 6 — кимограф.

кой прямо в раствор. После каждой пробы меняют раствор Рингера — Локка.

**Рекомендация к оформлению работы:** Вклейте в альбом полученные кривые. Все записи должны начинаться с нормальных сокращений (фон) и без перерыва переходить в измененные.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каковы характерные изменения моторики изолированного отрезка кишки под влиянием ацетилхолина и адреналина? 2. Почему для опыта выбирают отрезок именно тощей кишки? 3. Объясните понятие градиента автоматии кишечника.

#### РАБОТА 3 (58)

#### НАБЛЮДЕНИЕ ХАРАКТЕРА МОТОРИКИ ЖЕЛУДКА У ГОЛОДНОЙ СОБАКИ

**Цель работы:** 1. Ознакомиться с одним из методов регистрации сократительной функции полых органов. 2. Записать двигательную активность желудка у голодной собаки.

**Для работы необходимы:** резиновый баллон-датчик, резиновые трубки, стеклянные трубки и тройник, собака с фистулой желудка, станок для собаки, электронный измеритель давления (ЭИД-1), самописец или электрокардиограф, осциллограф (или осциллографическая приставка).

**Проведение работы.** Голодавшую в течение 16—18 часов собаку ставят в станок. Коммутируют ЭИД-1 и самописец. Подключают приборы к сети. Пока приборы прогреваются, проверяют герметичность системы регистрации. Вводят баллон в желудок собаки, градуируют величину колебаний и приступают к регистрации (рис. 99). В конце опыта показывают собаке пищу во время периода покоя желудка и во время его активности.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Вырежьте часть кривой с записью движений желудка и наклейте ее в тетрадь. 2. Зарисуйте схему опыта.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какова продолжительность периодов покоя и активности желудка у голодной собаки? 2. Как сказывается на двигательной активности желудка раздража-

ние собаки пищей? 3. Если голодной собаке ввести в кровь 20 мл 40% раствора глюкозы, то голодная периодика на некоторое время прекратится, хотя желудок по-прежнему остается пустым. Объясните механизм этого явления.

#### РАБОТА 4 (59)

#### ЭЛЕКТРОГАСТРОГРАФИЯ (РЕГИСТРАЦИЯ БИОТОКОВ ЖЕЛУДКА У ЧЕЛОВЕКА ПО МЕТОДУ М. А. СОБАКИНА)

**Цель работы:** 1. Записать биотоки желудка. 2. Проанализировать полученную кривую.

Методика электрогастрографических исследований функций желудка при отведении биопотенциалов с поверхности тела позволяет изучать пищеварительную моторику желудка без введения зонда в полость пищеварительного тракта, не нарушая, таким образом, обычного течения пищеварительных процессов.

0,2 мв. Скорость протяжки ленты 10 мм/мин. Аппарат имеет три калибровочных напряжения — 0,2, 0,5 и 1 мв. Элементы управления расположены на передней панели прибора.

**Проведение работы.** Снимают крышку прибора, отстегнув два верхних замка, расположенных на боковых поверхностях. Присоединяют к прибору шланг питания и кабель испытуемого. Заземляют аппарат и включают его в сеть (тумблер 1).

Пока прибор прогревается, заполняют чернильницу и накладывают электроды на испытуемого. Испытуемый ложится на кушетку, обнажив нижние части голеней и живот. На правую и левую голени накладывают электроды. К электроду на левой ноге подсоединяют черный штекер, на правой — желтый. Активный электрод-присоску (11), заполненный 10% раствором NaCl, укрепляют по средней линии живота на границе верхней и средней трети расстояния от пупка до мечевидного отростка. Место наложения электрода предварительно

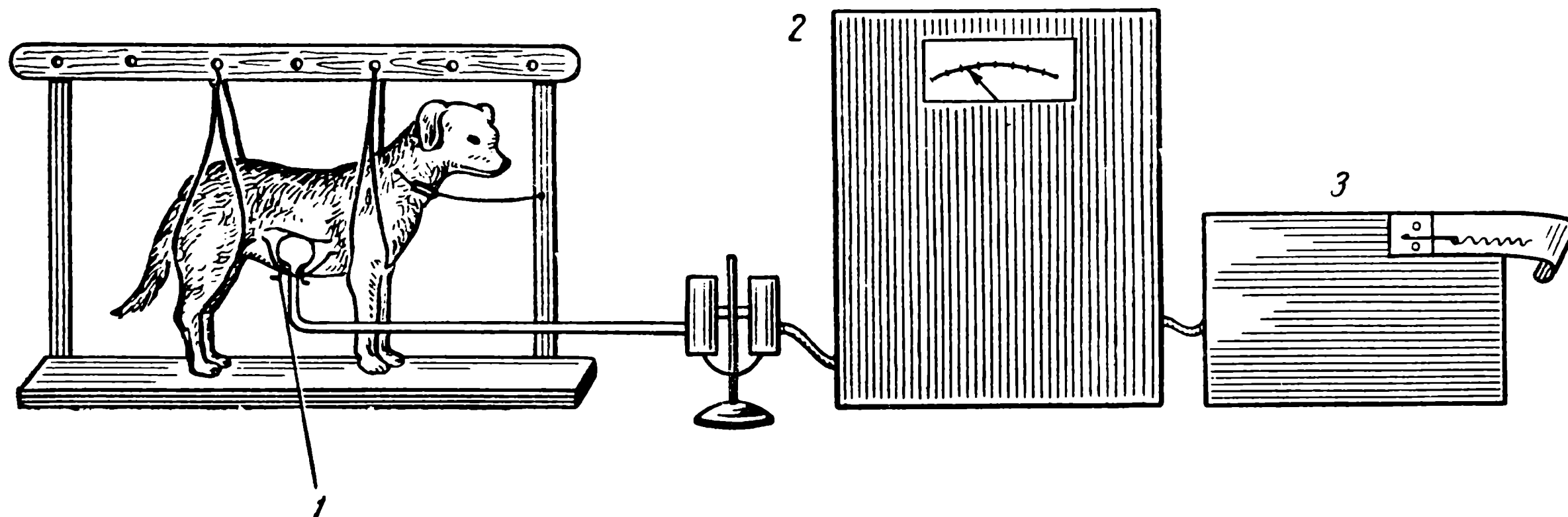


Рис. 99. Схема опыта по регистрации моторики желудка собаки с помощью электронного измерителя давления ЭИД-1.

1 — первичный датчик (резинный баллон); 2 — ЭИД-1 с емкостным датчиком; 3 — электрокардиограф.

**Для работы необходимы:** электрогастрограф, кушетка, простыня, 10% раствор NaCl, эфир, спирт, вата, марлевые салфетки.

Электрогастрограф представляет собой узкополосный (границы пропускаемых частот от 0,02 до 0,1 гц) усилитель переменного тока с чернильной записью. Одноканальный переносный электрогастрограф (рис. 100) рассчитан на обслуживание больных на дому, в условиях поликлиник и больниц. Запись электрогастрограммы производится униполярным способом (активный электрод располагают на животе над желудком, индифферентный — на правой ноге). Прибор питается от сети переменного тока (110, 127, 220 в). Перо прибора отклоняется на 10 мм при подаче на вход напряжения

протирают спиртом и эфиром. Включают тумблер записи (9). Ручку усиления (7) ставят на цифру 3 или 4. Регулятор положения нулевой линии (8) устанавливают в среднее положение. После этого включают мотор (тумблер 3), ставят ручку (4) в положение «работа». Запись моторики желудка лучше производить через 20—30 минут после пробного завтрака в течение 1—1½ часов. Калибруют величину усиления. Для этого ручку 4 ставят в положение «0,2», «0,5» или «1 мв» и нажимают кнопку (5). Величина биотоков, отводимых с поверхности тела над желудком, у здоровых людей составляет 250—350 мкв.

По окончании работы промывают и высушивают чернилоприемник и канал пера.



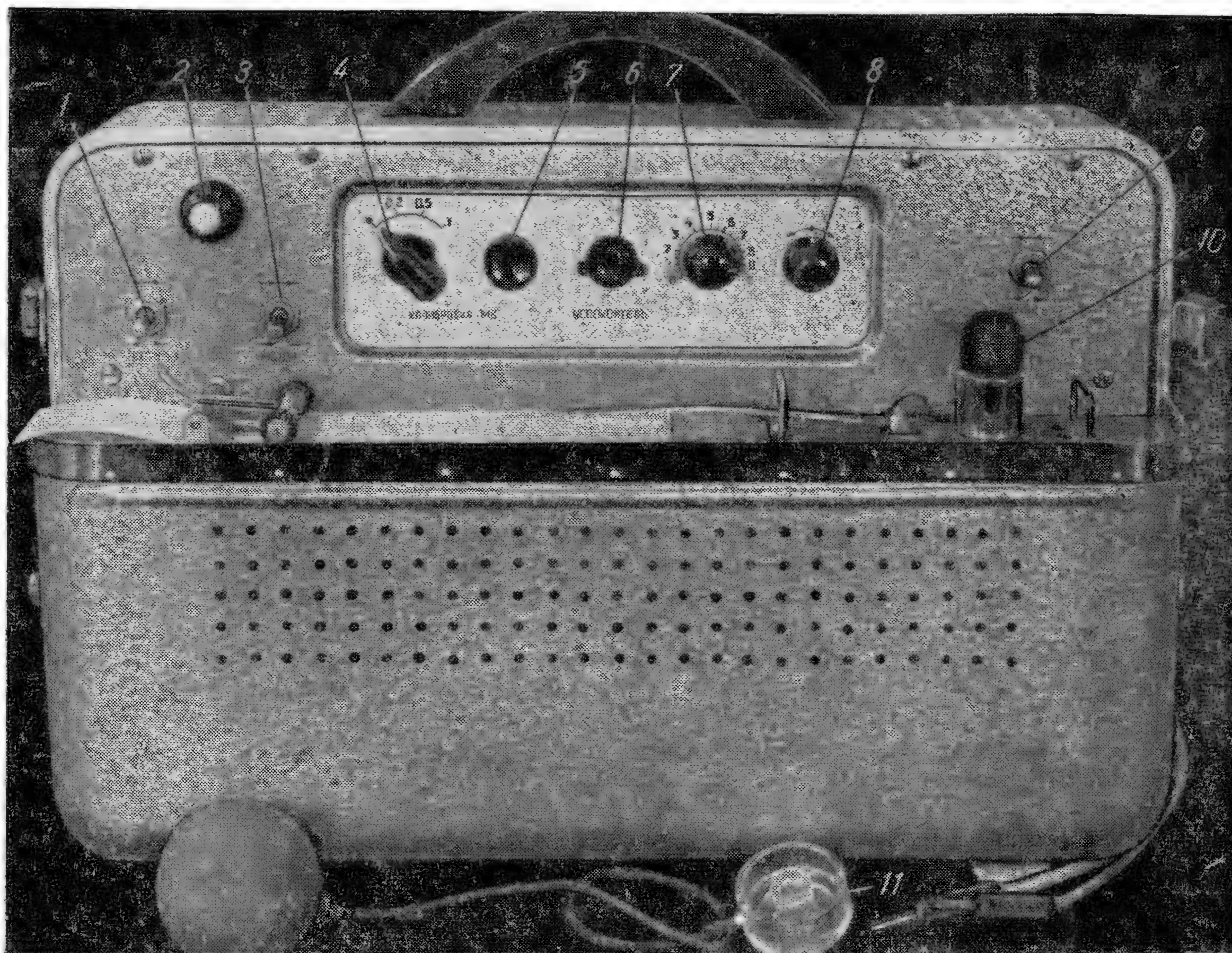


Рис. 100. Электрогастрограф. 1 — тумблер включения прибора в сеть; 2 — сигнальная лампочка; 3 — тумблер включения мотора; 4, 5 — рукоятка и кнопка калибровочного сигнала; 6 — успокоитель; 7 — переключатель усиления; 8 — регулятор смещения изолинии; 9 — тумблер записи; 10 — чернилоприемник; 11 — активный электрод-присоска.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте внешний вид прибора. 2. Наклейте в тетрадь полученную электрогастрограмму (примерная кривая показана на 101).

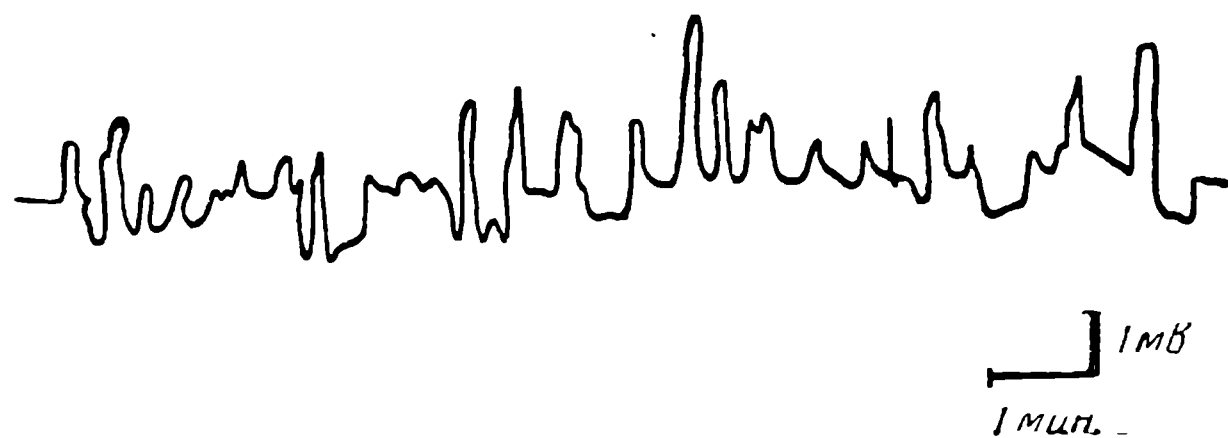


Рис. 101. Электрогастрограмма человека, зарегистрированная через 20 минут после пробного завтрака (отметка времени 1 минута; отметка амплитуды 1 милливольт).

**Ответьте на вопросы:** 1. Каков принцип записи электрогастрограммы? 2. Какие явления отражает электрогастрограмма?

#### РАБОТА 5 (60)

#### НАБЛЮДЕНИЕ ВЫДЕЛЕНИЯ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКОЙ ЖЕЛУДКА РАЗЛИЧНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ

**Цель работы:** Исследовать некоторые стороны процесса выделения на примере выделения слизистой оболочкой желудка различных красителей.

Для изучения экскреторной функции желудка можно использовать различные красители (нейтральный красный, метиленовую синь, литиевый кармин и др.).

Поскольку у человека выделение некоторых красителей (нейтральный красный) происходит параллельно секреции желудка, то метод хромокопии, т. е. наблюдения выделения красителя в желудке, получил клиническое применение.

**Для работы необходимы:** набор хирургических инструментов, нейтральный красный, шприц, нембутал (уретан с хлоралозой в соотношении 10:1), канюли, животные (кошка или собака, крыса или кролик).

**Проведение работы.** Опыт производят на наркотизированном животном. В яремную вену вводят канюлю, заполненную физиологическим раствором с гепарином. Желудок вскрывают, промывают водой и края его фиксируют к краям раны кожи. Через канюлю в вену вводят 20—100 мг нейтрального красного. Наблюдают, через какой промежуток времени слизистая желудка окрасится в красный цвет.

На другом животном проделывают то же самое после атропинизации (0,5—1 мл 0,1% раствора атропина внутримышечно) или двусторонней ваготомии.

**Рекомендации к оформлению работы:** Зарисуйте схему опыта, опишите наблюдавшиеся явления и сформулируйте выводы.

**Ответьте на вопросы:** 1. Через какое время после внутривенного введения краски появляется окрашивание стенки желудка? 2. Объясните механизм изменения выделения красителя под влиянием атропинизации или двусторонней ваготомии.

#### РАБОТА 6 (61)

##### СЛЮНООТДЕЛЕНИЕ У ЧЕЛОВЕКА

**Цель работы:** Наблюдать некоторые особенности приспособительной изменчивости слюноотделения у человека.

**Для работы необходимы:** капсулы-присоски, зажимы, стеклянные стаканы, градуированные пробирки, шприц, тонкие резиновые трубки.

**Проведение работы.** Капсулу Ющенко плотно накладывают на слизистую оболочку рта над сосочком протока околоушной слюнной железы (над вторым коренным зубом) и отсасывают шприцем воздух. Трубку зажимают. Конец другой резиновой трубки, соединенной с капсулой, помещают в градуированную пробирку и собирают слюну за 5 минут. Затем каждые 8—10 минут испытуемому дают кусочек лимона, печенья, 10 мл воды, каждый раз измеряя количество отделившейся слюны. Измеряют величину слюноотделения за то же время, описывая испытуемому качества какого-либо блюда.

**Рекомендации к оформлению работы:** Зарисуйте схему опыта и запишите полученные результаты.

**Ответьте на вопросы:** 1. Происходит ли секреция слюны у человека при отсутствии спе-

циальных воздействий? 2. Изменяется ли слюноотделение под влиянием словесного воздействия? 3. Как влияет характер пищи на величину слюноотделения?

#### РАБОТА 7 (62)

##### ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВСАСЫВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РАСТВОРОВ В ОСТРОМ ОПЫТЕ — ОПЫТ

Р. Г. ГЕЙДЕНГАЙНА (R. H. HEIDENGAIN)

**Цель работы:** Убедиться в зависимости скорости всасывания различных растворов от их концентрации, а также в том, что всасывание является активным процессом.

Всасывание — сложный физико-химический процесс, который в живом организме регулируется нервной системой и гуморальным путем. Некоторые простые закономерности, определяющие всасывание в пищеварительном канале, можно наблюдать в остром опыте.

**Для работы необходимы:** набор хирургических инструментов, часы, штатив, шелк, марля, салфетки, канюли, градуированная стеклянная трубка, резиновые трубки, зажимы, тройники, растворы NaCl (5%; 1,5%; 0,9%), 0,005% раствор фтористого натрия или 0,006% раствор мышьяковокислого калия, крыса.

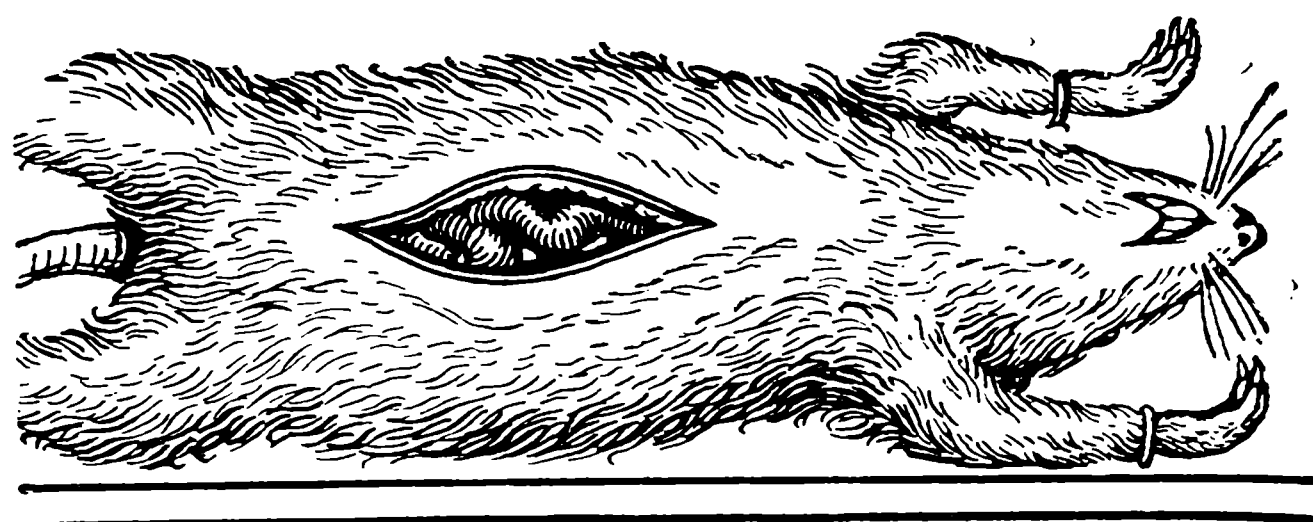
**Проведение работы.** У наркотизированной крысы изолируют участок тонкой кишки длиной 10—15 см и в оба конца его вводят и закрепляют канюли. На канюлю одного конца кишки надевают резиновую трубку, соединенную с градуированной бюреткой, на другую канюлю надевают резиновую трубку с зажимом (рис. 102). Промывают кишку. Заполняют систему изотоническим раствором хлористого натрия и измеряют количество всосавшегося за 5 минут вещества. То же самое проделывают с гипо- и гипертоническими растворами. Опыт повторяют после введения фтористого натрия или мышьяковокислого калия.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Внесите данные, полученные в опыте, в протокол по следующей форме:

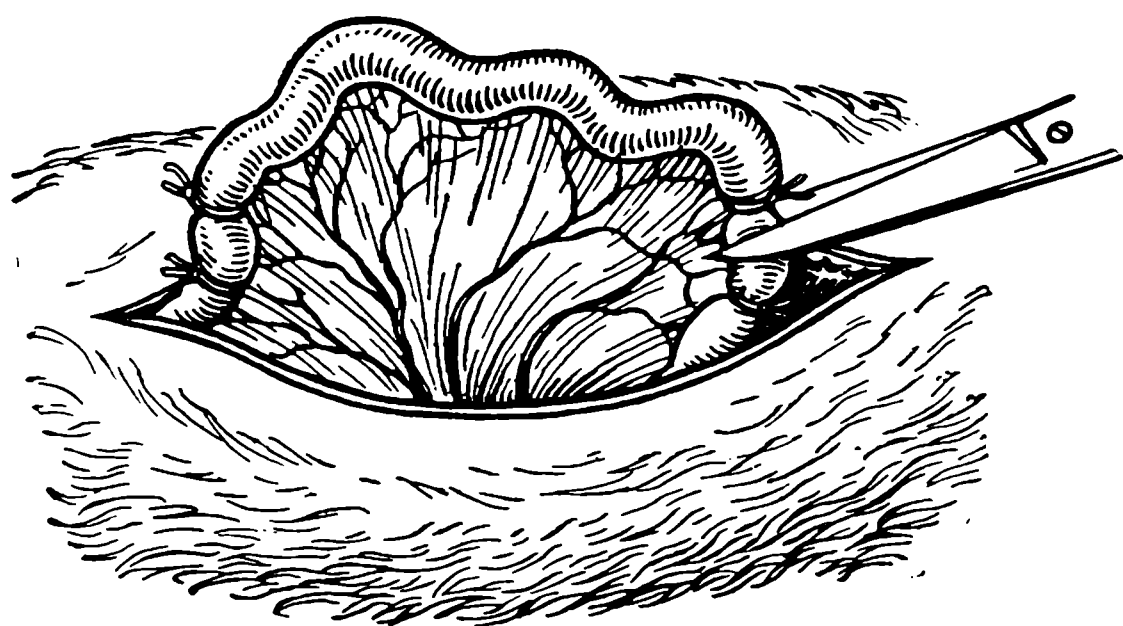
Концентрация раствора	Количество всосавшегося раствора	Время
1.		
2.		
3.		

2. Проанализируйте полученные результаты.

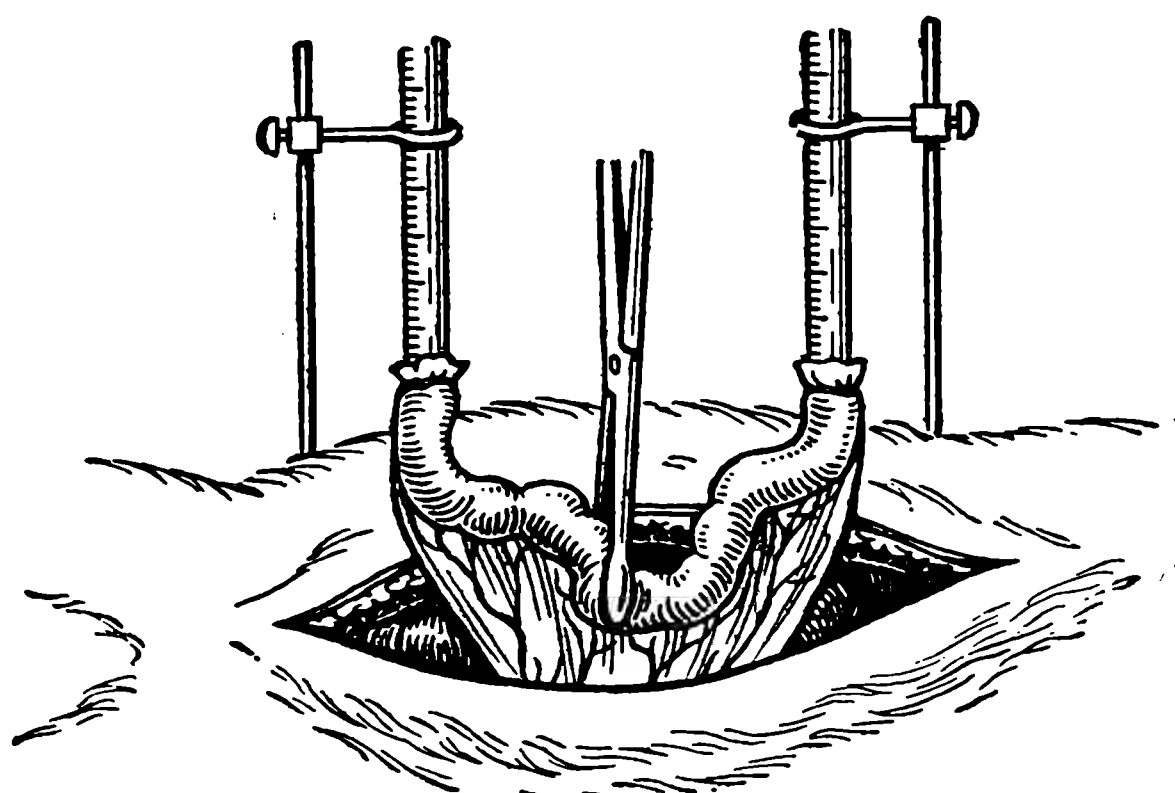




1



2



3

Рис. 102. Схема опыта Гейденгайна.

1, 2, 3 — этапы подготовки к опыту (пояснения в тексте).

**Ответьте на вопросы:** 1. Какие механизмы участвуют в процессе всасывания различных веществ? 2. Что происходит с кишечной стенкой после введения фтористого натрия или мышьяковокислого калия?

#### РАБОТА 8 (63)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ВСАСЫВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ У ЧЕЛОВЕКА

**Цель работы:** Познакомиться с методикой определения скорости всасывания у человека.

Наиболее благоприятные условия для изучения всасывания различных веществ создаются при хронических экспериментах. В таких опытах было показано, что скорость всасывания нельзя объяснить одними лишь процессами диффузии и осмоса. Некоторые представления о скорости всасывания различных веществ у человека можно получить в результате безвредных наблюдений на самом себе.

**Для работы необходимы:** капсулы-присоски, зажимы, тонкие резиновые трубки, пробирки, салициловый натрий, 1% раствор  $\text{Fe}_2\text{Cl}_3$ .

**Проведение работы.** 1. Испытуемый принимает 0,5 г салицилового натрия, запивая его водой. После этого собирают и исследуют его слюну каждые 2 минуты путем добавления нескольких капель 1% раствора  $\text{Fe}_2\text{Cl}_3$ . В момент появления в слюне принятого вещества она приобретает фиолетовый оттенок.

2. Испытуемый принимает 0,02 г никотиновой кислоты (витамин PP). Отмечают, через какой промежуток будет наблюдаться покраснение лица.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Нарисуйте схему поступления указанных веществ в слюну. 2. Объясните механизм сосудистой реакции после приема никотиновой кислоты.

**Ответьте на вопрос:** Какие основные процессы определяют скорость всасывания пищи у человека?

#### РАБОТА 9 (64)

#### НЕКОТОРЫЕ ОПЕРАЦИИ НА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОМ ТРАКТЕ<sup>1</sup>

**Цель работы:** Ознакомиться с методиками наиболее распространенных операций, производимых на пищеварительном тракте в исследовательских целях.

<sup>1</sup> Операции желательно производить в операционной, соблюдая стерильность. В последующем животные могут использоваться для демонстрации и работы научного студенческого кружка.

Другая форма выполнения работы — демонстрация операций в учебных лабораториях с привлечением к участию в них студентов в качестве ассистентов и операционных сестер.

## Операция 1. Выведение протока околоушной слюнной железы

Для наблюдения секреции околоушной железы у собаки в хронических условиях в лаборатории И. П. Павлова Д. Л. Глинским (1895)

1—1,5 см. Аккуратно выделяют из окружающей ткани проток слюнной железы на расстоянии 2—4 см. На коже щеки намечают место фиксации протока (обычно посредине расстояния от заднего угла глаза до угла нижней челюсти) и делают скальпелем прокол мягких тканей щеки изнутри наружу. Появившийся в ране кон-

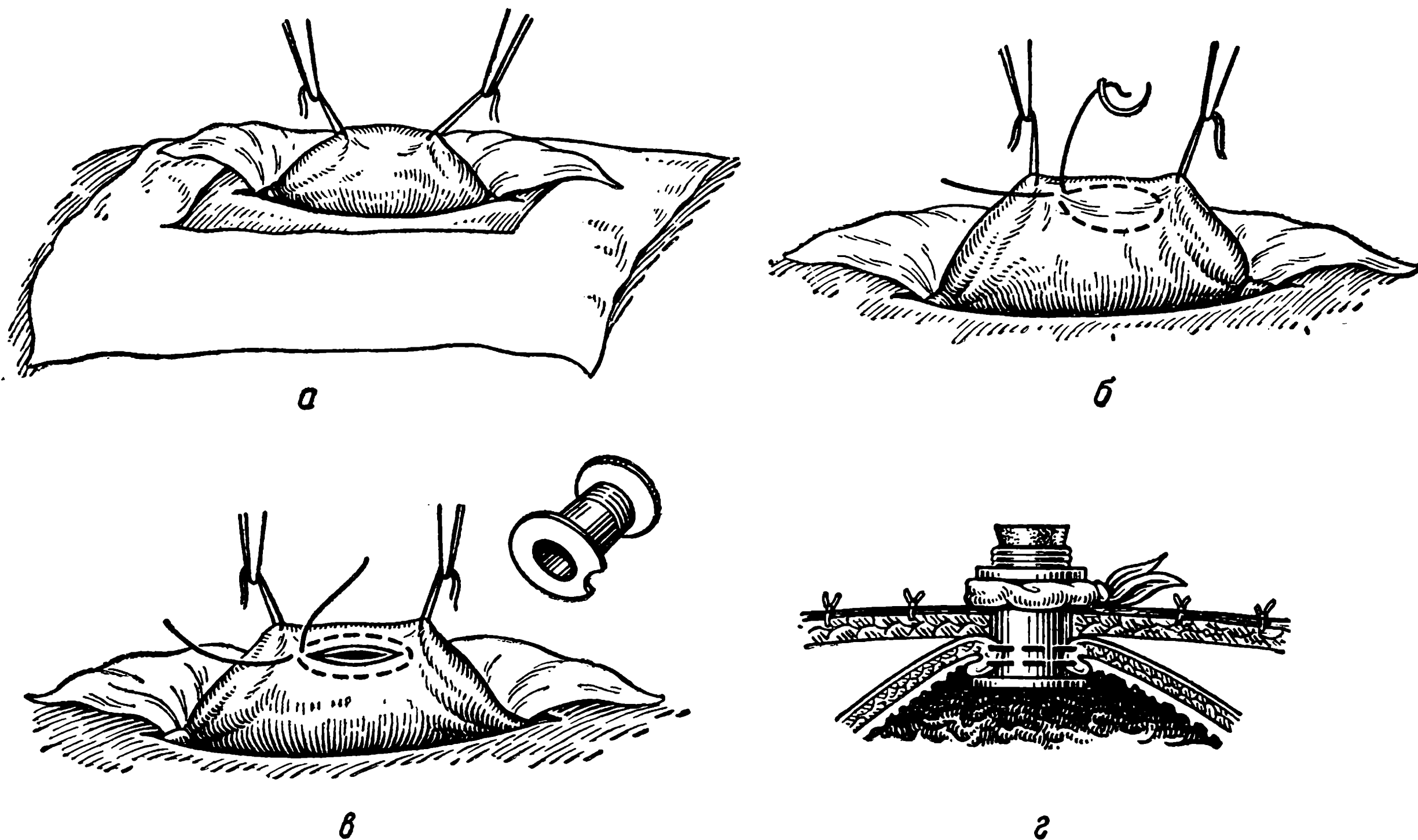


Рис. 103. Схема наложения фистулы желудка по Басову.  
а, б, в, г — моменты операции (пояснения в тексте).

разработана методика выведения протока железы с кусочком слизистой оболочки на поверхность кожи. Операцию проводят на наркотизированном животном. Для выполнения операции, кроме набора хирургических инструментов, необходимо иметь пуговчатые зонды из мягкой проволоки различного диаметра (0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35 мм) для введения в проток железы.

Наркотизированную собаку укладывают на спину на операционный стол, выбривают шерсть на щеке в том месте, где будет выведен проток железы, находят отверстие протока (обычно расположенное над третьим сзади коренным зубом) и осторожно вводят в него зонд на глубину 3—6 см. После этого на слизистую оболочку спереди и сзади от отверстия протока на расстоянии 0,5 см накладывают, не завязывая, две лигатуры (одну из них метят узлом). Скальпелем вырезают вокруг протока кружок слизистой оболочки диаметром

чик скальпеля захватывают зажимом и выводят скальпель и конец зажима обратно на внутреннюю поверхность щеки. Извлекают зонд из протока. Захватывают обе лигатуры зажимом и выводят с их помощью выделенный кусочек слизистой оболочки на кожу. Укрепляют слизистую оболочку на коже щеки так, чтобы задняя лигатура оказалась спереди, а передняя — сзади (во избежание перекручивания протока). Зашивают слизистую оболочку полости рта.

По окончании операции проверяют проходимость выведенного протока. Для этого смазывают язык 0,5% раствором HCl. Если из протока выделяется слюна, то он проходим.

## Операция 2. Наложение фистулы желудка

Эта операция была предложена русским хирургом В. А. Басовым в 1842 г. Операцию производят на голодной наркотизированной



собаке в стерильных условиях. Операцию на желудочно-кишечном тракте лучше выполнять на атропинизированных животных, у которых секреция пищеварительных желез подавлена.

Животное фиксируют на спине. Операционное поле выбривают и обрабатывают спиртом и настойкой йода. Переднюю брюшную стенку разрезают по средней линии между пупком и мечевидным отростком на расстоянии 6—9 см. Желудок выводят в рану, удерживая его на марлевых салфетках, и на передней стенке в области дна желудка по большой кривизне накладывают на серозно-мышечный слой (игла должна просвечивать сквозь ткань) кисетный шов в виде эллипса (рис. 103). Большой диаметр его должен соответствовать диаметру внутреннего конца фистульной трубки. Вскрывают серозно-мышечный слой и слизистую оболочку желудка (переднюю стенку желудка при этом следует держать навесу, чтобы не вылилось его содержимое). В рану вводят один конец фистульной трубки и затягивают кисетный шов, подворачивая края раны внутрь. После этого накладывают еще один кисетный шов и затягивают его поверх первого. Наружный конец фистульной трубки фиксируют либо по средней линии, либо несколько сбоку в специально проделанном троакаром отверстии. Рану заливают раствором пенициллина.

После окончания операции вокруг наружного конца фистульной трубки укладывают марлевый тампон для лучшего соприкосновения стенки желудка со стенкой брюшной полости (рис. 103). Отверстие фистульной трубки закрывают пробкой. Жидкую пищу следует начинать давать на 5—6-й день после операции.

### **Операция 3. Эзофаготомия**

Методика эзофаготомии разработана в лаборатории И. П. Павлова Н. О. Шумовой-Симановской (1890) для исследования рефлексоторных влияний с ротовой полости и глотки на деятельность желудка и кишечника.

Операцию производят на наркотизированной голодавшей в течение суток собаке. Переднюю поверхность шеи выбривают и проводят обработку операционного поля спиртом и йодом. На 2 см ниже гортани делают продольный срединный разрез кожи длиной 10—15 см. Обнажают и мобилизуют пищевод (осторожно, не повредить *p. laryngeus*!). Вскрывают пищевод продольным разрезом на протяжении 10 см. Края пищевода одиночными швами фиксируют к краям кожи. Иногда под введенной кпереди петель пищевода делают «мышечный мостик», сшивая медиальные края передних мышц шеи. Края кожи и подкожной клетчатки в области раны инфильтрируют раствором пенициллина.

### **Операция 4. Выделение изолированного желудка**

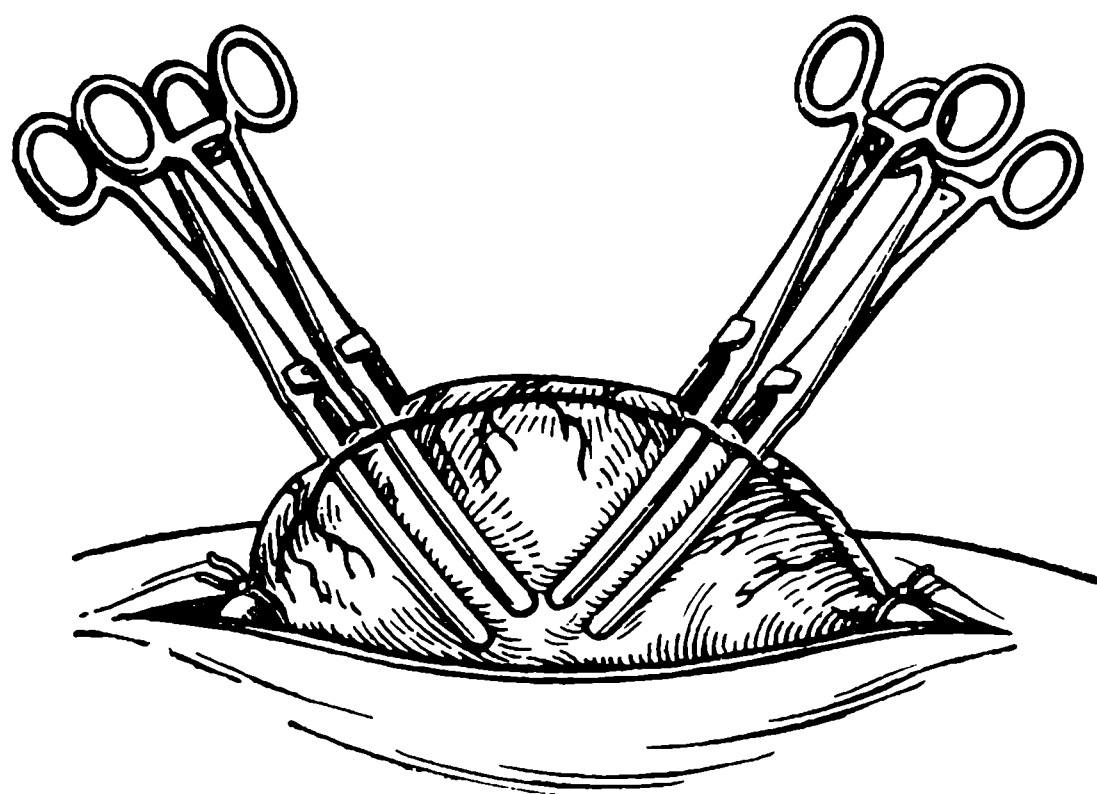
Для получения чистого желудочного сока был предложен ряд оперативных методик, с помощью которых производилась изоляция меньшей части желудка от остальной его части. По сокоотделению маленького желудка судят о секреции в большом желудке. Впервые изоляция части желудка была предложена R. Heidengain в 1878 г. Принципиально новая методика была разработана в 1894 г. И. П. Павловым.

**А. Способ Гейденгайна.** Предоперационная подготовка животного включает суточное голодание его и внутримышечное введение 1 мл 0,1% раствора атропина непосредственно перед операцией. Операцию производят на наркотизированной собаке в асептических условиях. Операционное поле выбривают и смазывают йодом и спиртом. Переднюю брюшную стенку вскрывают по средней линии между мечевидным отростком и пупком. На кардиальную и пилорическую части желудка накладывают резиновые жгуты. Перевязывают сосуды большой кривизны несколько кнаружи от будущих линий разрезов. По обе стороны от линий разрезов накладывают мягкие жомы (рис. 104). Между параллельно наложенными жомами производят разрез всей толщи стенки желудка (см. рис. 103). Отдельными узловыми швами ушивают рану большого желудка. Для этого сначала накладывают один ряд швов, соединяющих слизистые оболочки, затем — второй ряд швов, соединяющих только серозные поверхности желудка. Намечают величину отверстия на верхушке маленького желудка. Послойно сшивают края маленького желудка (рис. 104). Верхушку маленького желудка выводят под кожу и фиксируют швами (рис. 104, г). Для предотвращения выпадения маленького желудка его основание фиксируют швами к серозной оболочке большого желудка.

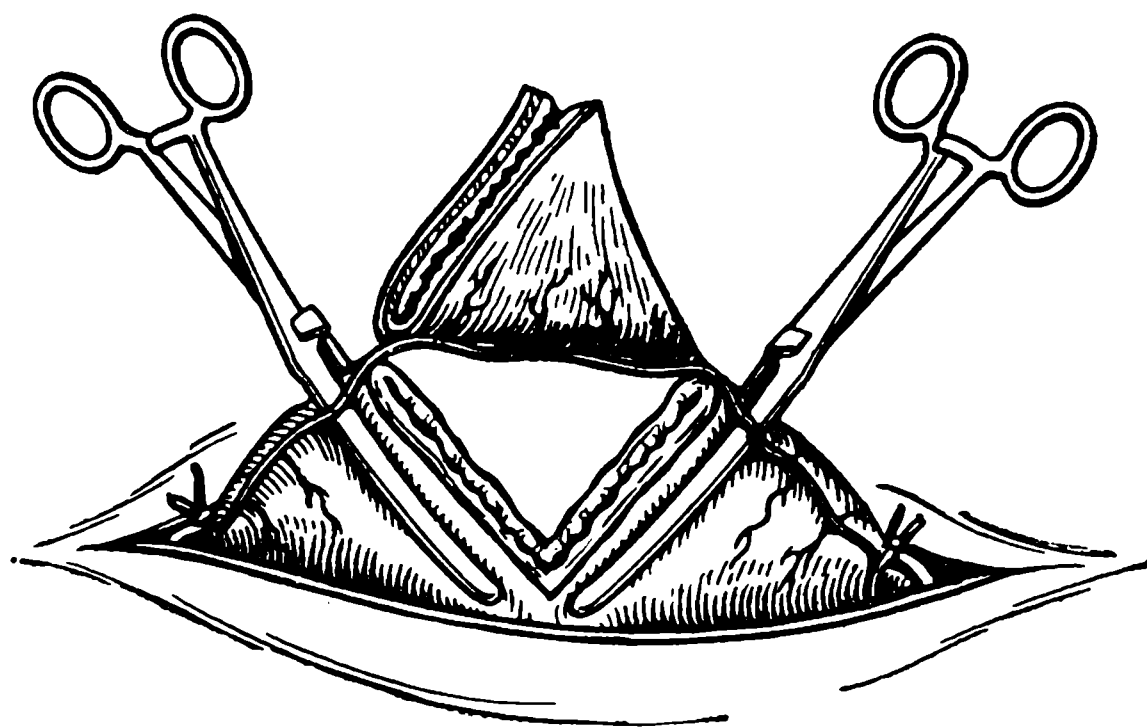
**Б. Способ Павлова.** Собаку готовят к операции так, как описано выше. После подготовки операционного поля разрезают брюшную стенку по белой линии на расстоянии 10—15 см. Извлекают желудок, обкладывают его марлевыми салфетками, смоченными теплым физиологическим раствором и накладывают резиновые жгуты на область *cardia et pilorus*. Мягкими зажимами (3—5 штук) намечают границы маленького желудка, основание кото-

рого должно равняться 3—3,5 см, а длина — 10—12 см. Перевязывают а. gastroepiploica двумя лигатурами, расположенными на расстоянии 1—1,5 см от линии разреза. Разрезают серозный и мышечный слои передней и задней стенок желудка по намеченной границе

лудков, накладывая по 2—3 шва, захватывающих только подслизистую оболочку. После затягивания швов отверстия большого и маленького желудков уменьшаются, образуя своды. Накладывают 3—4 шва на мышечный слой перемычки, соединяющей обе части же-



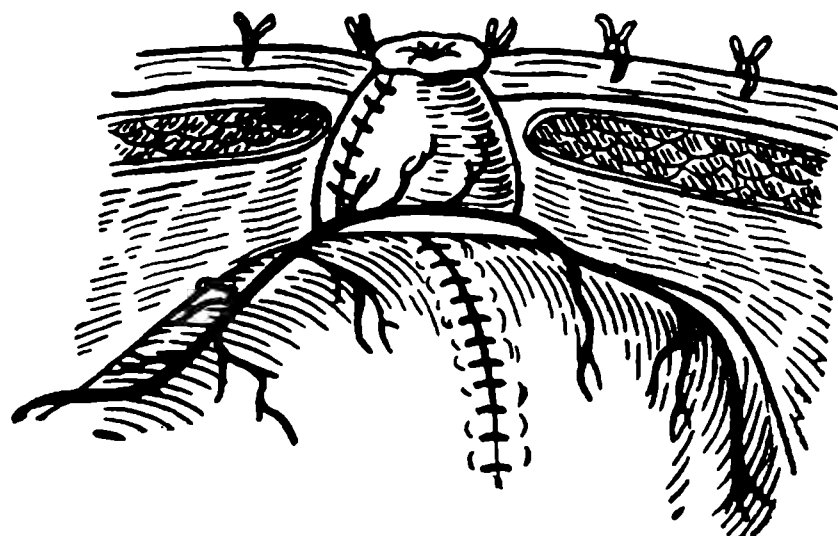
а



б



в



г

Рис. 104. Схема операции изолированного желудочка по Гейденгайну.  
а, б, в, г — моменты операции (пояснения в тексте).

(рис. 105). Кровоточащие сосуды тщательно перевязывают, не обрезая концов лигатур. Вскрывают слизистую оболочку желудка так, чтобы в рану не излилось содержимое желудка (для этого держат желудок на весу, захватив зажимами концы оставленных лигатур). Желудок промывают теплым раствором 0,5% соляной кислоты, после чего вытирают насухо слизистую оболочку его. Вывертывают маленький лоскут на марлевый тампон. Аккуратно разрезают только слизистую оболочку «мостика», соединяющего большой желудок и лоскут желудочка. Это самая ответственная часть операции: при этом нужно не повредить нервы, идущие в мышечном слое мостика от большого желудка к маленькому (см. рис. 105). Образуют своды большого и маленького же-

лудка. После затягивания лигатур образуется трубка. В ней проходят нервы к маленькому желудку. Обрезают все концы лигатур. Послойно зашивают сначала большой, затем маленький желудок, оставив в последнем отверстие диаметром 1—1,5 см. Снимают резиновые жгуты. Прошивают непрерывным швом края раны, начиная от большого желудка через «мостик» до отверстия маленького желудка. Фиксируют сальник на месте наложения непрерывного шва. Отверстие маленького желудка укрепляют в ране брюшной стенки. Оставшуюся часть зашивают послойно. В выведенном отверстии малого желудка укрепляют дренажную резиновую трубку (см. рис. 105).

Послеоперационный уход за животными. Рекомендуются полное голодание



в течение первых двух дней. На 3—4-й день дают 20—50 мл воды с хлебной кашцей или 100—140 мл разведенного молока. Дренажные трубки удаляют на 3—5-й день. На 5—6-й день дают цельное молоко по 150—200 мл 2—3 раза в день, в последующие дни — бульон с хлебом,

Thiry в 1864 г. предложил, а Vella в 1888 г. усовершенствовал операцию, получившую позже название наложение фистулы Тири — Велла.

Операцию производят в стерильных условиях на собаке, голодавшей в течение суток. Вскрывают брюшную полость разрезом по бе-

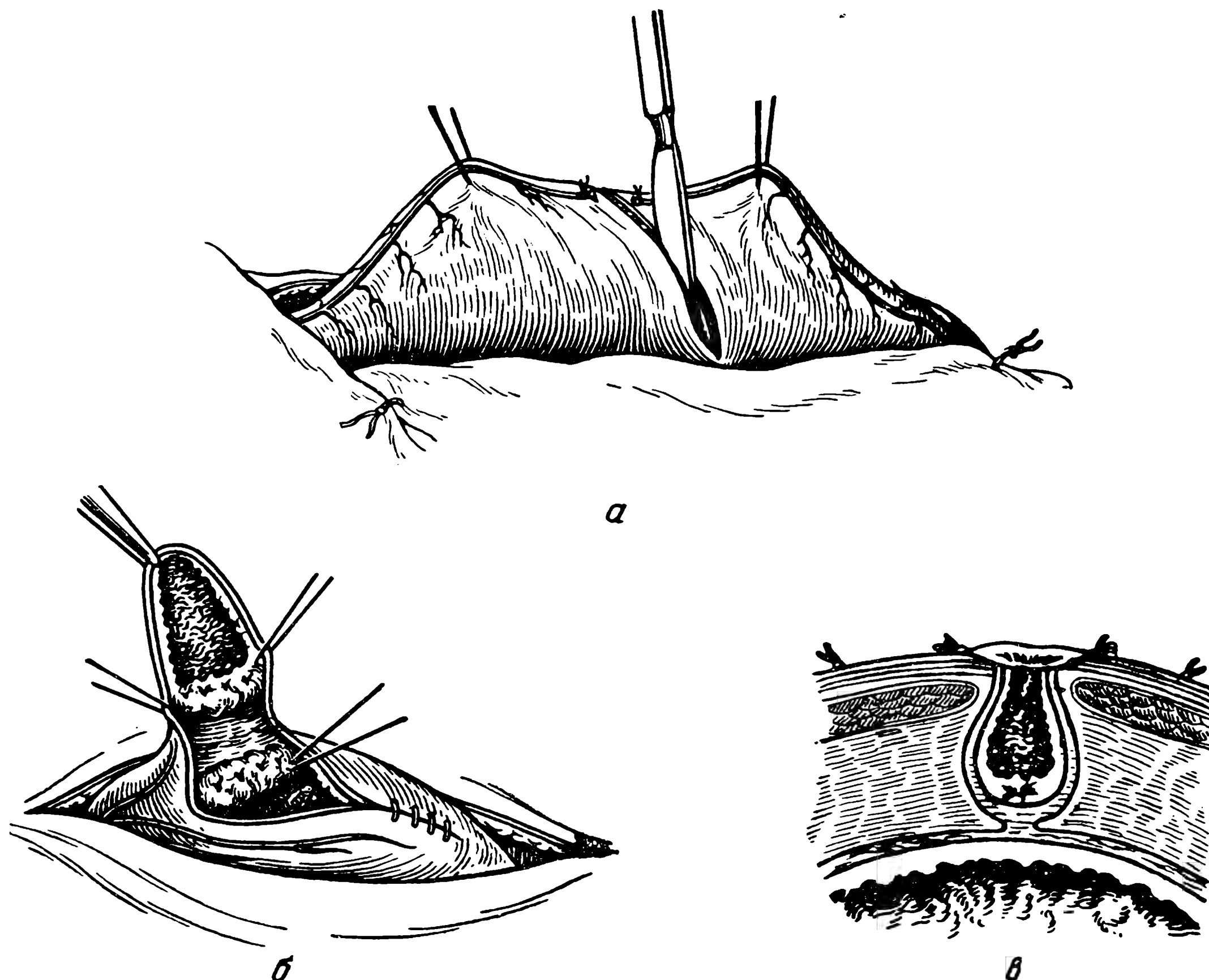


Рис. 105. Схема операции изолированного желудка по Павлову.  
а, б, в — моменты операции (пояснения в тексте).

на 10-й день — мелко нарезанное мясо. В дальнейшем животных кормят обычной пищей (но без костей).

Поскольку кислый желудочный сок замедляет заживление раны, следует тщательно следить за выделением из желудка. Для этого смазывают кожу вокруг выведенного отверстия желудка вазелином; собаку во время кормления и после него (в течение 5—6 часов) держат в станке либо в лежачем положении на сухой гигроскопической подстилке.

#### Операция 5.

#### Наложение фистулы кишечника по способу Тири—Велла

Для изучения секреторной, моторной, абсорбционной и других функций кишечника

лой линии живота. Мобилизуют отрезок тонкой кишки длиной 20—25 см. Накладывают зажимы. Отсекают выделенный отрезок. Затем восстанавливают проходимость кишечника. Для этого первоначально зашивают оральный и каудальный концы. Наложив кисетные швы, ввертывают края кишечной трубки и затягивают лигатуры. После этого соединяют зашитые концы, образуя анастомоз бок в бок. Края изолированного отрезка кишечника фиксируют к коже в специально сделанных троакаротомиях. Для того чтобы предотвратить выпадение кишки, каудальный конец изолированного отрезка кишки ушивают несколькими серозно-мышечными швами.

**Рекомендации к оформлению работы:** Зарисуйте схему операции.

**Ответьте на вопросы:** 1. Что можно доказать опытом с «мнимым кормлением» и как для этого должна быть прооперирована собака? 2. Чем отличаются изолированные желудочки у собак, оперированных по способу Гейденгайна и по способу Павлова? 3. Сохраняется ли нервная и гуморальная регуляция изолированного по Тири — Велла отрезка кишки? 4. Можно ли определить на изолированном по Тири — Велла отрезке кишки, какой из концов петли был отсечен от оральной, а какой от каудальной части кишечника?

---

**РАБОТА 10 (65)**  
**РЕГИСТРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ**  
**АКТИВНОСТИ МОЗГА**  
**ПРИ ГОЛОДАНИИ И НАСЫЩЕНИИ**

---

**Цель работы:** Показать зависимость электрической активности мозга наркотизированного животного от состояния организма (голод, насыщение).

**Для работы необходимы:** электроэнцефалограф, игольчатые электроды, набор хирургических инструментов, уретан, 40% раствор глюкозы, кошка.

**Проведение работы.** У наркотизированной уретаном (внутрибрюшинно 1—1,5 г на 1 кг веса) голодавшей в течение 24 часов кошки удаляют мягкие ткани над верхней поверхностью черепа. Отпрепаровывают *v. femoralis*. Фиксируют отводящие электроды в костях черепа. Активные электроды располагают один на 0,5 см кпереди от коронарного шва, другой на 1,5—2 см сзади от этого шва; индифферентный электрод укрепляют над лобной пазухой. Записывают фоновую электрическую активность мозга. Затем медленно вводят в вену 20 мл 40% раствора глюкозы. Наблюдают электрическую активность мозга в течение 15—30 минут после введения глюкозы.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Нарисуйте схему опыта. 2. Два отрезка записанной кривой (электроэнцефалограммы) поместите в тетрадь. 3. Укажите, какой из них отражает фоновую электрическую активность мозга и какой — последствие после введения глюкозы. 4. Сравните кривые и сделайте выводы.

**Ответьте на вопросы:** 1. Чем характеризуется электроэнцефалограмма голодного животного?

2. В чем состоят изменения электроэнцефалограммы после введения глюкозы?

---

**РАБОТА 11 (66)**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ СЕКРЕЦИИ СОЛЯНОЙ**  
**КИСЛОТЫ ЖЕЛЕЗАМИ ЖЕЛУДКА МЕТОДОМ**  
**ЭНДОРАДИОЗОНДИРОВАНИЯ**

---

**Цель работы:** Исследовать секреторную функцию желудка с помощью функциональной пробы.

Достижения радиоэлектроники позволили исследовать многие функции организма в естественных условиях. Так, с помощью метода эндорадиозондирования оказалось возможным изучить, не нарушая обычного течения процессов, некоторые функции пищеварительного аппарата. Принцип метода состоит в преобразовании различных показателей желудочно-кишечного тракта в электрические сигналы, передаче этих сигналов по радио, приеме и регистрации данных. Первые два этапа осуществляются с помощью миниатюрных (длиной 11—13 мм и диаметром 8 мм) радиопередатчиков, похожих на обычные пилюли (отсюда их название радиопилюли). Прием и регистрация передаваемых по радио сигналов производятся при помощи специальной аппаратуры (рис. 106). В настоящее время сконструированы радиопилюли для регистрации концентрации водородных ионов, давления и температуры. Разрабатываются конструкции радиопилюль для изучения ферментативной активности, напряжения кислорода, наличия крови в пищеварительном канале и др.

Скорость секреции соляной кислоты железами желудка можно определить после функциональной пробы, заключающейся в нейтрализации кислого желудочного содержимого щелочным раствором. Для этого используют раствор пищевой соды (0,5 г на 100 мл воды). У здорового человека после такой функциональной пробы исходный уровень содержания соляной кислоты в желудке восстанавливается в пределах 30 минут (рис. 107). При гиперацидных состояниях скорость секреции соляной кислоты в желудке повышается, а при гипацидных — снижается.

У собак динамика секреции соляной кислоты железами желудка несколько иная.

**Для работы необходимы:** установка для эндорадиозондирования желудочно-кишечного тракта, датчик (радиопилюля) для регистрации концентрации H-ионов, титрованные растворы HCl и NaOH, пищевая сода, резиновые трубки, шприц на 100 мл, собака с фистулой желудка.

**Проведение работы.** Руководствуясь инструкцией по эксплуатации, настраивают



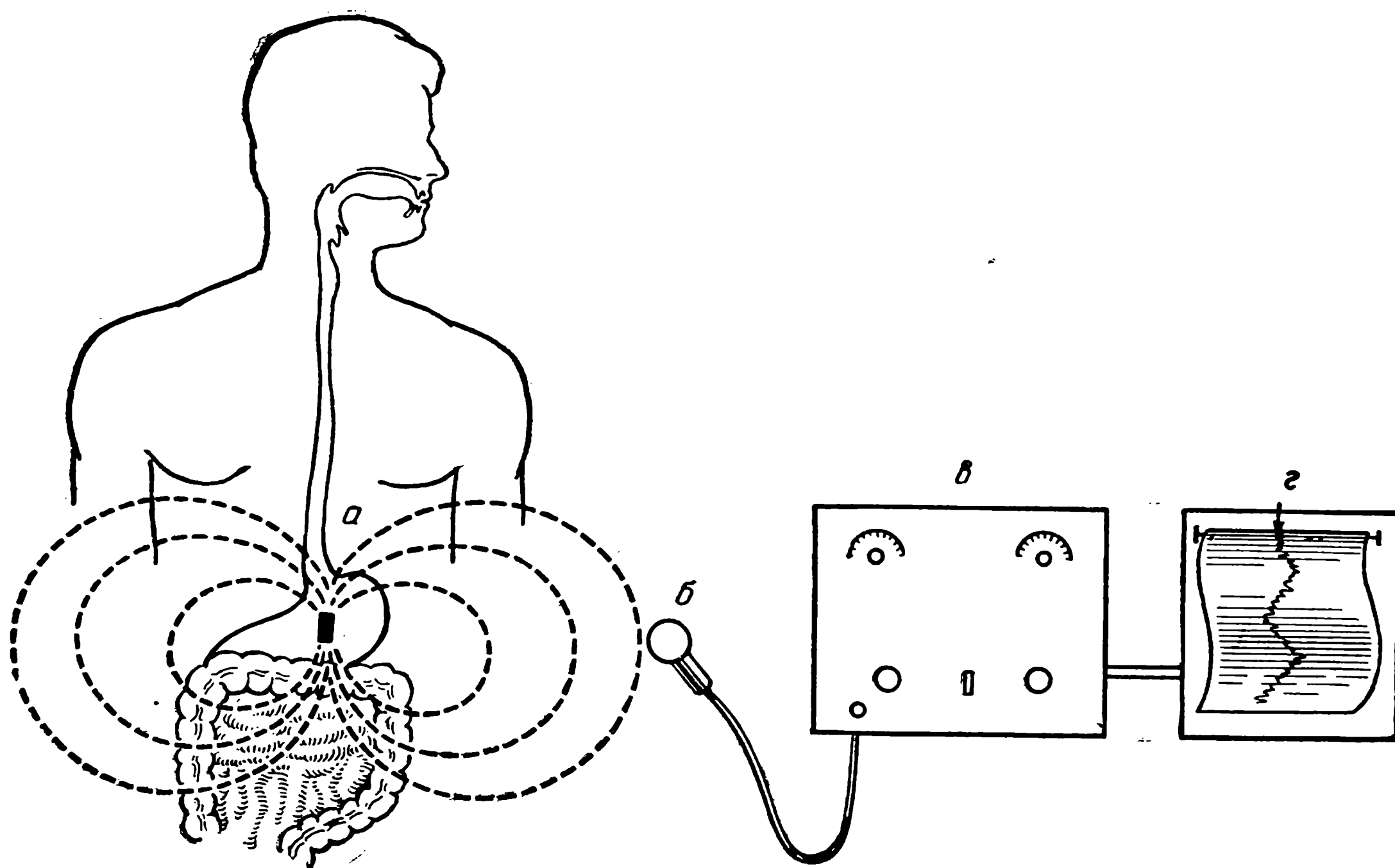


Рис. 106. Общая схема компоновки радиотелеметрической аппаратуры для исследования функций пищеварительной системы.  
*a* — радиопиллюля (эндорадиозонд); *б* — антенна; *в* — приемное и усилительное устройства; *г* — блок регистрации.

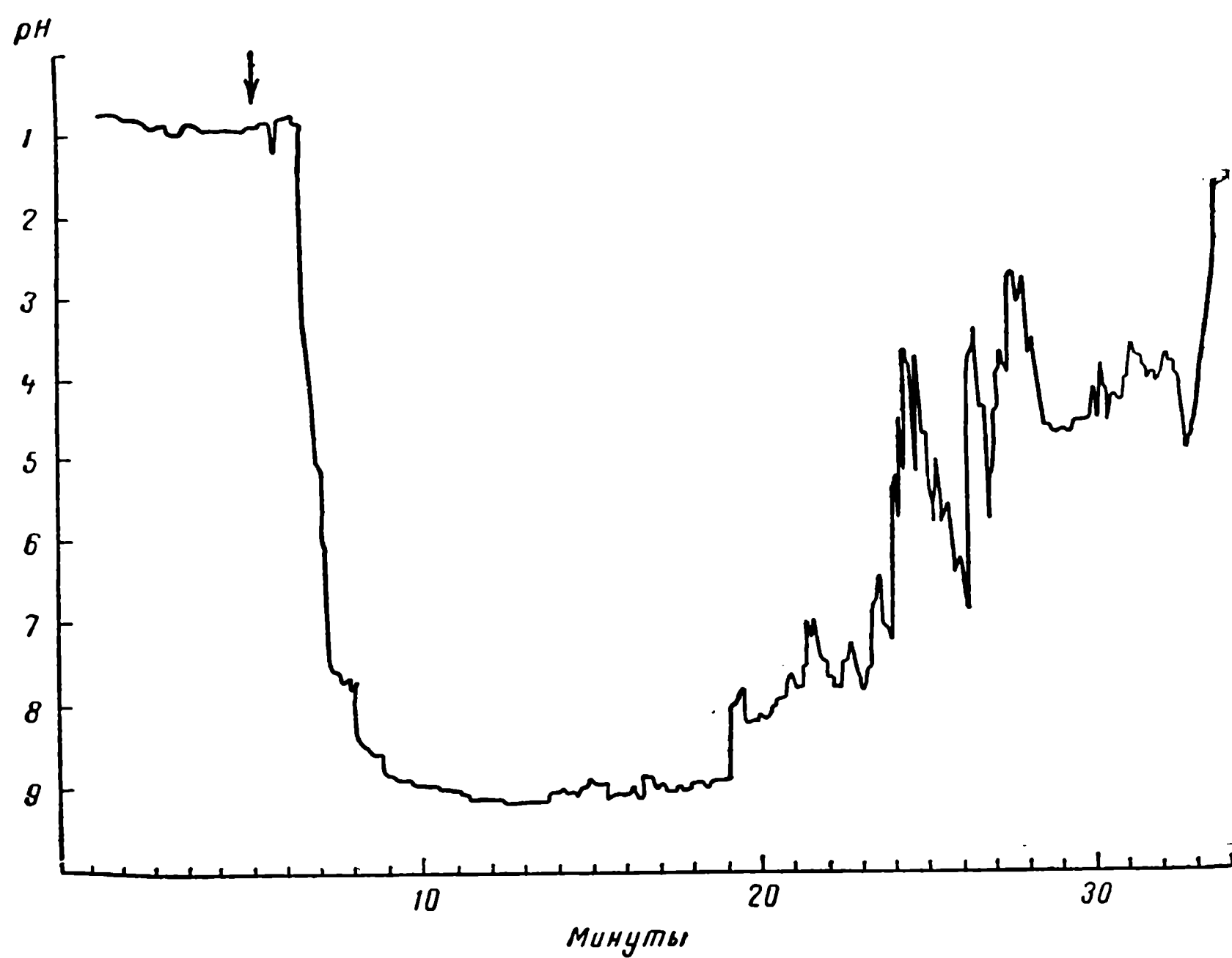


Рис. 107. Кривая изменения рН желудка здорового человека с помощью радиотелеметрии после приема 0,5 г питьевой соды (момент приема соды отмечен стрелкой).

аппаратуру для радиозондирования. Градуируют радиопиллюли по титрованным кислотному и щелочному растворам. Голодавшей в течение 6—8 часов собаке вкладывают в желудок фиксированную на нитке радиопиллюлю. Устанавливают исходный рН в желудке (фон). Затем проводят функциональную пробу, вливая в желудок 0,5 г  $\text{NaHCO}_3$ , растворенной в 100 мл воды. Регистрируют изменения рН в желудке до восстановления исходного фона.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. За-

рисуйте блок-схему установки для эндорадиозондирования. 2. Зарисуйте схему устройства датчика. 3. Скопируйте и проанализируйте полученную кривую.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каковы основные принципы эндорадиозондирования? 2. В чем заключаются главные преимущества и недостатки данного метода по сравнению с другими? 3. Какова скорость секреции соляной кислоты в желудке собаки?

## Г Л А В А VIII

### ВЫДЕЛЕНИЕ

Под функцией выделения подразумевается выведение из организма продуктов метаболизма. Кроме того, организм за счет выделения освобождается от токсических веществ, которые могут проникнуть в него тем или иным путем. Главным органом выделения являются почки, но выделительная функция присуща и легким, коже, слизистым оболочкам пищеварительного тракта. Продукты выделения выводятся из организма в виде растворов или газообразных веществ. Выделение необходимо организму для поддержания гомеостаза.

#### РАБОТА 1 (67)

#### НАБЛЮДЕНИЕ ОЧИСТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧЕК

**Цель работы:** Показать способность почек выводить в концентрированном виде содержащиеся в плазме крови вещества.

Определение «очищения» как теста почечной деятельности широко применяется в клинической практике. Под «очищением» следует понимать объем крови, который почка может в течение одной минуты полностью «очистить» от данного вещества. Для определения очищения в кровь пациента вводят исследуемое вещество. О степени очищения судят по концентрации данного вещества в плазме крови.

В работе не преследуется цель получения точной количественной оценки очистительной способности почек, а дается лишь наглядная качественная ее характеристика. Индикатором очистительной способности почек в данной работе является раствор метиленовой сини. Бу-

дучи введенной в кровь, метиленовая синь выделяется с мочой. Интенсивность выделения устанавливается путем сравнения концентрации краски в плазме крови и моче.

**Для работы необходимы:** набор хирургических инструментов, центрифуга, набор пробирок, 0,5% раствор метиленовой сини, хроматографическая бумага, нембутал, кошка.

**Проведение работы.** Кошку наркотизируют нембуталом через рот или внутривентриально из расчета 40 мг на 1 кг веса и фиксируют на операционном столике в положении на спине. По средней линии брюшной стенки делают разрез, отступя 2—3 см от грудины до симфиза. Край раны разводят. Выделяют мочеточники. Лучше всего проследить положение мочеточников, начиная с места выхода их из почек. Берут мочеточники на лигатуру в нижней их трети. Делают разрез на внутренней поверхности бедра и выделяют бедренную вену или ее ветвь и медленно вводят в нее 0,5% раствор метиленовой сини в количестве 6—10 мл. После введения краски очень осторожно пальцами отжимают мочу, уже имеющуюся в лоханках и мочеточниках, в мочевой пузырь и перевязывают мочеточники. В таком положении оставляют животное на 1½ часа, предварительно стянув края брюшной раны временными швами или зажимами.

После того как краску ввели и она равномерно распределилась в крови, берут 4—5 мл крови из вены, добавляют лимоннокислый или щавелевокислый натрий и центрифугируют до полного разделения форменных элементов и плазмы крови. На границе раздела плазмы и форменных элементов будет отчетливо видно голубое кольцо, представляющее собой окра-



шенные лейкоциты. Осторожно пипеткой переносят плазму в чистую пробирку и оставляют до момента забора мочи. По истечении 1½ часов открывают брюшную рану и шприцем с тонкой иглой отсасывают из лоханок и мочеточников накопившуюся мочу. 1,5—2 мл мочи вполне достаточно, чтобы методом количественной хроматографии сравнить концентрацию краски в плазме и в моче.

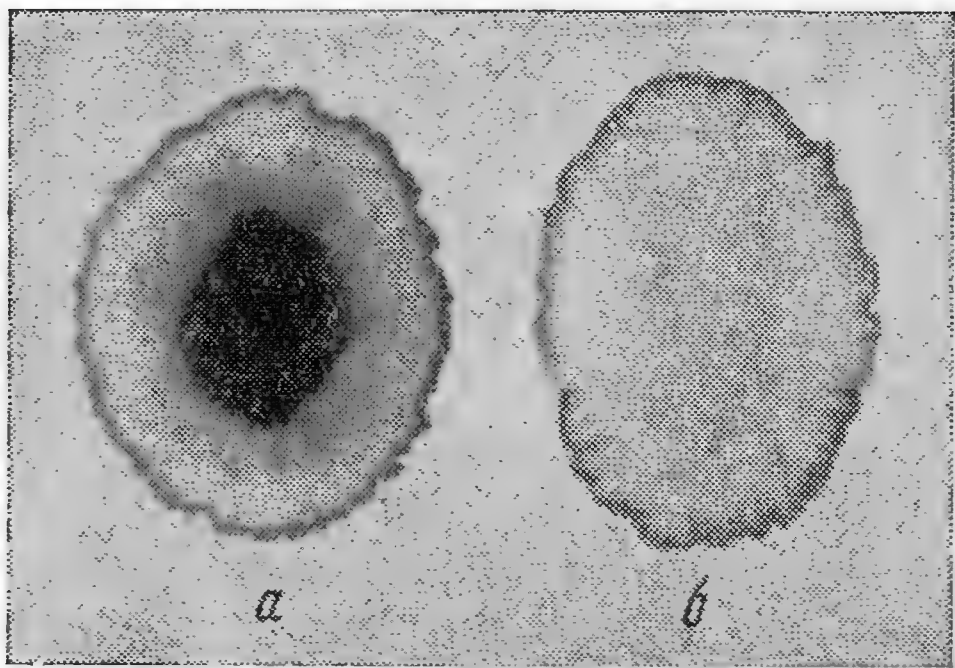


Рис. 108. Хроматограмма.  
а — концентрация краски в моче; б — концентрация краски в плазме крови.

Сухой пипеткой наносят одну каплю плазмы на хроматографическую бумагу и рядом такой же пипеткой наносят одну каплю полученной мочи. После высыхания хроматограммы производят сравнительную оценку полученных результатов (рис. 108).

**Рекомендация к оформлению работы:** Полученную хроматограмму вклейте в тетрадь.

**Ответьте на вопросы:** 1. Чем объяснить различие в интенсивности окрашивания плазмы и мочи метиленовой синью? 2. Какие происходящие в почках процессы обеспечивают выделение краски с мочой? 3. Как изменится скорость выделения краски с мочой, если подопытному животному произвести массивное кровопускание?

## РАБОТА 2 (68)

### ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛЕГКИХ

Легкие обладают способностью наряду с углекислым газом выделять некоторые летучие вещества, образующиеся иногда в процессе жизнедеятельности или попавшие в организм извне.

**Цель работы:** Убедиться в способности легких выделять введенное в организм животного летучее вещество.

**Для работы необходимы:** набор хирургических инструментов, трахеотомическая трубка, пробирки, резиновые трубки, серная кислота, 30—40% алкоголь, нембутал, микрокомпрессор, стеклянный тройник с клапанами (обеспечивающими разделение вдыхаемого и выдыхаемого воздуха), кошка.

**Проведение работы.** Работа основана на способности алкоголя обесцвечивать сернокислый раствор  $\text{KMnO}_4$ . Подготавливают 20 мл 6% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и добавляют в него несколько кристаллов  $\text{KMnO}_4$  (окраска раствора не должна быть интенсивной). Раствор разливают в 4 пробирки по 5 мл. Кошку наркотизируют нембуталом в расчете 40 мг на 1 кг веса через рот или внутрибрюшинно. Привязывают ее к операционному столу в положении на спине. Производят трахеостомию. Для этого разрезают кожу с подкожной клетчаткой по средней линии на передней поверхности шеи. Раздвигают мышцы и выделяют трахею. Ниже гортанных хрящей под нее подводят лигатуры, предназначенные для фиксации трахеотомической трубки. Приподнимая на лигатурах трахею, делают на ней поперечный надрез. В центральный конец трахеи вводят трахеотомическую трубку, прочно фиксируют ее лигатурами и соединяют со стеклянным тройником с клапанами.

Отпрепаровывают бедренную вену и вводят в нее 5 мл 30% алкоголя. Резиновую трубку от тройника с клапаном выдоха помещают в правую пробирку с сернокислым раствором  $\text{KMnO}_4$ . Во вторую пробирку добавляют 2—3 капли 30% алкоголя, в третью погружают воздуходувную трубку от микрокомпрессора и включают его на 2—3 минуты.

**Рекомендация к оформлению работы:** Объясните наблюдаемое обесцвечивание раствора в первой пробирке, учитывая результаты контроля (вторая, третья и четвертая пробирки).

**Ответьте на вопросы:** 1. В каких пробирках произошло обесцвечивание раствора? 2. Чем объяснить этот эффект?

## РАБОТА 3 (69)

### НАБЛЮДЕНИЕ МОЧЕВЫВЕДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ОПЫТА

**Цель работы:** Выявить влияние некоторых факторов на выведение мочи через мочеточники.

**Для работы необходимы:** набор хирургических инструментов, салфетки, вата, лигатуры, спирт, эфир, собака.

### **Проведение работы. 1. Операция выведения мочеточников на брюшную стенку.**

Операцию производят на собаке в стерильных условиях под эфирным наркозом. В нижней части живота делают разрез брюшной стенки по средней линии длиной 8—10 см. Находят и извлекают из брюшной полости мочевой пузырь. Тупым путем отсепааровывают уретру на протяжении 2—3 см и перевязывают ее двумя прочными лигатурами. Перерезают уретру между лигатурами. Периферическую культю инвагинируют, для чего накладывают кисетный шов на культю, отступя на 8—10 мм от лигатуры. Смазывают слизистую оболочку культи настойкой йода, погружают ее внутрь уретры с помощью анатомического пинцета и затягивают кисетный шов. Отыскивают на боковых поверхностях нижней части мочевого пузыря мочеточники. Разрезают мочевой пузырь по средней линии так, чтобы мочеточники оказались разобщенными. Вокруг отверстий каждого мочеточника оставляют участки стенки пузыря диаметром 2—2,5 см. На брюшной стенке по наружному краю прямых мышц (на расстоянии 5—6 см от лобка) делают два небольших разреза с таким расчетом, чтобы можно было вшить выкроенные участки мочевого пузыря с мочеточниками. Через разрезы выводят мочеточники вместе с участками пузыря стенки. Узловыми швами подшивают мочеточники к краям кожных разрезов. Послойно зашивают брюшную рану: непрерывным швом брюшину и мышцы и узловыми швами кожу с подкожножировой клетчаткой. Операционные швы смазывают йодом, а поверхность кожи вокруг мочеточников высушивают тампоном и смазывают вазелином.

Послеоперационный уход. В течение первых трех суток собаку кормят молоком и хлебом. К концу 3-х суток дают обычную пищу. Чтобы уменьшить раздражающее действие мочи, которая постоянно выделяется из мочеточников, собаку держат на толстой подстилке из опилок, которая хорошо впитывает выделяющуюся мочу. Раневую поверхность и область мочеточников регулярно обмывают

теплой водой и слабым раствором борной кислоты, а также смазывают тонким слоем борного вазелина.

**2. Исследование влияния различных факторов на выведение мочи через мочеточники.** При выполнении этой части работы на уровне наружных отверстий мочеточников подвешивают пробирки для контроля количества выделяемой мочи.

**А. Влияние водной нагрузки на мочеотделение.** Собаку ставят в станок и через зонд вливают в желудок воду температуры 20—25° (20—60 мл на 1 кг веса животного). Нарастание мочеотделения, как правило, наступает через 15—20 минут и достигает максимума за 30—90 минут. Затем мочеотделение уменьшается и к концу 3-го часа его интенсивность возвращается к исходному уровню.

**Б. Влияние нагрузки мочевиной на мочеотделение.** В желудок собаки вливают 20—25% раствор мочевины из расчета 0,8—1,0 г сухого вещества на 1 кг веса животного. Нарастание мочеотделения наступает через 15—20 минут и достигает максимума в середине 1-го часа, а в течение 2-го часа выделение мочи возвращается к исходному уровню.

**В. Влияние болевого раздражения и эмоционального возбуждения на работу почек.** Собаке наносят болевые раздражения (электрическим током) или вызывают у нее эмоциональное возбуждение (показывают кошку). Мочеотделение при этом сразу обрывается и нередко отсутствует в течение длительного времени (20—60 минут).

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Составьте протокол опыта. 2. Отметьте время изменений мочеотделения: а) при водной нагрузке; б) при нагрузке мочевиной; в) при болевом и эмоциональном воздействиях.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как влияет на мочеотделение водная нагрузка? 2. Как влияет на мочеотделение нагрузка мочевиной? 3. Как влияет на мочеотделение болевое раздражение и эмоциональное возбуждение? 4. Объясните, каков механизм явлений, наблюдаемых в каждом из этих случаев.

## **Г Л А В А IX**

### **ФИЗИОЛОГИЯ ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ**

Железы внутренней секреции выделяют в кровь гормоны — сложные химические вещества, роль которых в организме чрезвычайно многообразна. Гормоны принимают участие

в формировании, в обмене веществ, в регуляции и координации деятельности всех систем и органов. Железы внутренней секреции функционируют в тесной взаимосвязи с цен-



тральной нервной системой. Корреляция нервных и гуморальных функций осуществляется гипоталамической областью головного мозга под контролем коры больших полушарий.

---

#### РАБОТА 1 (70)

##### **ВЛИЯНИЕ ГИПОФИЗЭКТОМИИ НА ОКРАСКУ АКСОЛОТЛЯ**

---

**Цель работы:** Наблюдение изменений окраски покровов тела аксолотля после гипофизэктомии.

В промежуточной доле гипофиза образуется меланостимулирующий гормон, значение которого состоит в регуляции интенсивности пигментной окраски покровов тела. Аксолотль выбран объектом исследования не случайно: удаление гипофиза у этого животного не сложно.

**Для работы необходимы:** набор хирургических глазных инструментов, вата, марля, аксолотль черный.

**Проведение работы.** Аксолотля завертывают в салфетку, оставляя открытой голову. Держа его в левой руке брюшком кверху, с помощью хирургического крючка оттягивают нижнюю челюсть аксолотля книзу. Сквозь тонкую пластинку дна черепа гипофиз просвечивает в виде белого пятнышка. Острым скальпелем делают разрез слизистой оболочки под гипофизом. Края ее раздвигают ватным тампоном. С помощью остроконечных глазных ножниц с трех сторон вырезают квадратную костную пластинку над гипофизом и отгибают ее острием скальпеля. Обнаженный гипофиз захватывают остроконечным тонким пинцетом и целиком удаляют. После этого костную пластинку возвращают на место. Аксолотля помещают в воду и в течение нескольких дней ведут наблюдение за изменением его окраски.

**Рекомендация к оформлению работы:** Отметьте в протоколе интенсивность и характер изменений окраски аксолотля с течением времени.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какой гормон гипофиза влияет на интенсивность окраски покровов тела? 2. Как сказывается на окраске покровов тела недостаток этого гормона?

---

#### РАБОТА 2 (71)

##### **ВЛИЯНИЕ ИНСУЛИНА НА УРОВЕНЬ САХАРА В КРОВИ**

---

**Цель работы:** Наблюдение эффекта от введения животным больших доз инсулина.

Гормон поджелудочной железы инсулин выполняет в организме роль регулятора углеводного обмена. Увеличение количества инсулина в крови ведет к уменьшению содержания сахара в ней. Значительное понижение уровня сахара в крови (до 45—50 мг%) вызывает резкое нарушение деятельности мозга — гипогликемический шок. Единственным лечебным мероприятием при гипогликемическом шоке является введение сахара в организм.

**Для работы необходимы:** шприц с иглами, инсулин, 15% раствор глюкозы, физиологический раствор, четыре белые мыши, голодавшие в течение суток.

**Проведение работы.** Берут трех мышей и, предварительно взвесив, вводят им шприцем под кожу инсулин: первой мыши — 0,1 ед. инсулина на 10 г веса, второй — 0,5 ед. и третьей — 1 ед. Четвертая мышь контрольная, ей вводят под кожу 0,3—0,5 мл физиологического раствора. Мышей метят и помещают под стеклянный колпак для наблюдения за их поведением. При развитии явлений гипогликемического шока у мышей, которым вводили инсулин, одной из них вводят 0,25—0,5 мл 20% раствора глюкозы внутрибрюшинно. Сравнивают поведение и состояние экспериментальных мышей и контрольной.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Составьте протокол опыта. 2. Отметьте различие в состоянии и поведении экспериментальных животных.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как изменяется состояние животного при введении больших доз инсулина? 2. Как отражается на состоянии животного последующее введение глюкозы? 3. Объясните механизм наблюдавшихся явлений.

---

#### РАБОТА 3 (72)

##### **АНТИДИУРЕТИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ПИТУИТРИНА**

---

**Цель работы:** Познакомиться с влиянием на диурез антидиуретического гормона.

Питуитрин представляет собой смесь гормонов задней доли гипофиза и обладает их суммарной активностью. Один из этих гормонов — антидиуретический гормон, или вазопрессин, резко угнетает мочеобразование и повышает кровяное давление, другой — окситоцин вызывает сокращение мускулатуры матки.

**Для работы необходимы:** специальные клетки, позволяющие определять диурез, шприц с иглами, питуитрин, физиологический раствор, четыре белые крысы, голодавшие в течение суток.

**Проведение работы.** Четырем крысам после предварительного их взвешивания вводят в желудок через зонд воду из расчета 5 мл на 100 г веса животного. Затем двум из них вводят под кожу питуитрин из расчета 1,5 ед. на 100 г веса, а двум — по 0,5 мл физиологического раствора на 100 г веса. После этого крыс помещают в клетки и каждые 30 минут в течение 2 часов регистрируют диурез.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Составьте протокол опыта. 2. Сравните диурез крыс, которым ввели под кожу питуитрин, и диурез крыс, которым ввели физиологический раствор.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как питуитрин влияет на диурез? 2. В чем причина обнаруженного влияния этого гормона на диурез?

## Г Л А В А X

### ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Высшие животные имеют постоянно регулируемую температуру тела (гомойотермные). Низшие животные не имеют устойчивой температуры, она зависит у них от температуры внешней среды (пойкилотермные). Терморегуляция складывается из двух процессов: теплопродукции и теплоотдачи.

С понижением температуры тела процессы обмена веществ в организме протекают замедленно и экономично, поэтому ткани становятся более устойчивыми к гипоксии. Метод искусственного охлаждения организма (гипотермия) применяется для проведения операции на сердце, магистральных сосудах и в других случаях, когда необходимо остановить кровообращение.

---

#### РАБОТА 1 (73)

#### **ИЗМЕНЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ОРГАНОВ В ПРОЦЕССЕ ИСКУССТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ (ГИПОТЕРМИИ) ГОМОЙОТЕРМНОГО ЖИВОТНОГО**

---

**Цель работы:** Наблюдение изменений деятельности сердца, артериального давления и дыхания при искусственном охлаждении организма путем экстракорпорального охлаждения крови с последующим согреванием.

**Для работы необходимы:** набор хирургических инструментов, операционный столик для фиксации животного, змеевик из полихлорвиниловой (или стеклянной) трубки сечением 0,3—0,4 см с полезным объемом 30—40 мл, сосудистые канюли, соединительные трубки, ртутный манометр Людвига, 2 прибора ЭИД-1, пневмодатчик, датчик артериального давления, два двухканальных электрокардиографа, термометр для измерения ректальной

температуры животного, кювета для змеевика, лед, холодная и горячая вода, физиологический раствор, гепарин, нембутал, марлевые салфетки, вата, лигатуры, кошка.

**Проведение работы.** Кошку наркотизируют нембуталом внутрибрюшинно (40 мг на 1 кг веса) и фиксируют к столику в положении на спине. На внутренней поверхности бедра в проекции сосудисто-нервного пучка производят разрез кожи с подкожножировой клетчаткой. Разрез должен начинаться несколько выше пупартовой связки и быть достаточно большим. Тупым путем разобщают сосуды. Одну из поверхностных ветвей бедренной вены используют для введения гепарина (1000—1500 ед. на 1 кг веса). Бедренные артерии и вены берут на отдельные лигатуры. На расстоянии 4—5 см от пупартовой связки перевязывают артерию, а непосредственно у связки накладывают на нее мягкий зажим. На вену сначала накладывают зажим непосредственно у пупартовой связки, а затем перевязывают ее отступя 4—5 см от связки. Поочередно делают надрезы на сосудах несколько выше лигатур, вводят канюли от змеевика в просвет сосудов и прочно укрепляют их лигатурами. Предварительно змеевик вместе с канюлями заполняют физиологическим раствором, а трубки, соединяющие змеевик с канюлями, пережимают зажимами. Необходимо следить, чтобы в канюли не попал воздух. Длина соединительных трубок должна быть минимальной. Убедившись в том, что канюли прочно ввязаны в сосуды, снимают зажимы (с сосудов и змеевика) и получают артерио-венозный анастомоз. Теперь кровь из бедренной артерии, минуя ткани бедра, но пройдя через змеевик, поступает прямо в вену. Змеевик с протекающей через него кровью помещают в кювету со льдом. В течение 40—45 минут происходит по-



нижение температуры тела животного до 24—25° (по термометру, вставленному в прямую кишку на глубину 6 см).

Для регистрации артериального давления в центральный конец бедренной артерии другой конечности вставляют канюлю, периферичес-

на (3000—5000 ед.) для предотвращения образования тромбов.

Пневмодатчик ЭИД-1 для регистрации дыхательных движений можно подключить двумя путями: присоединить датчик непосредственно к трахеотомической трубке после

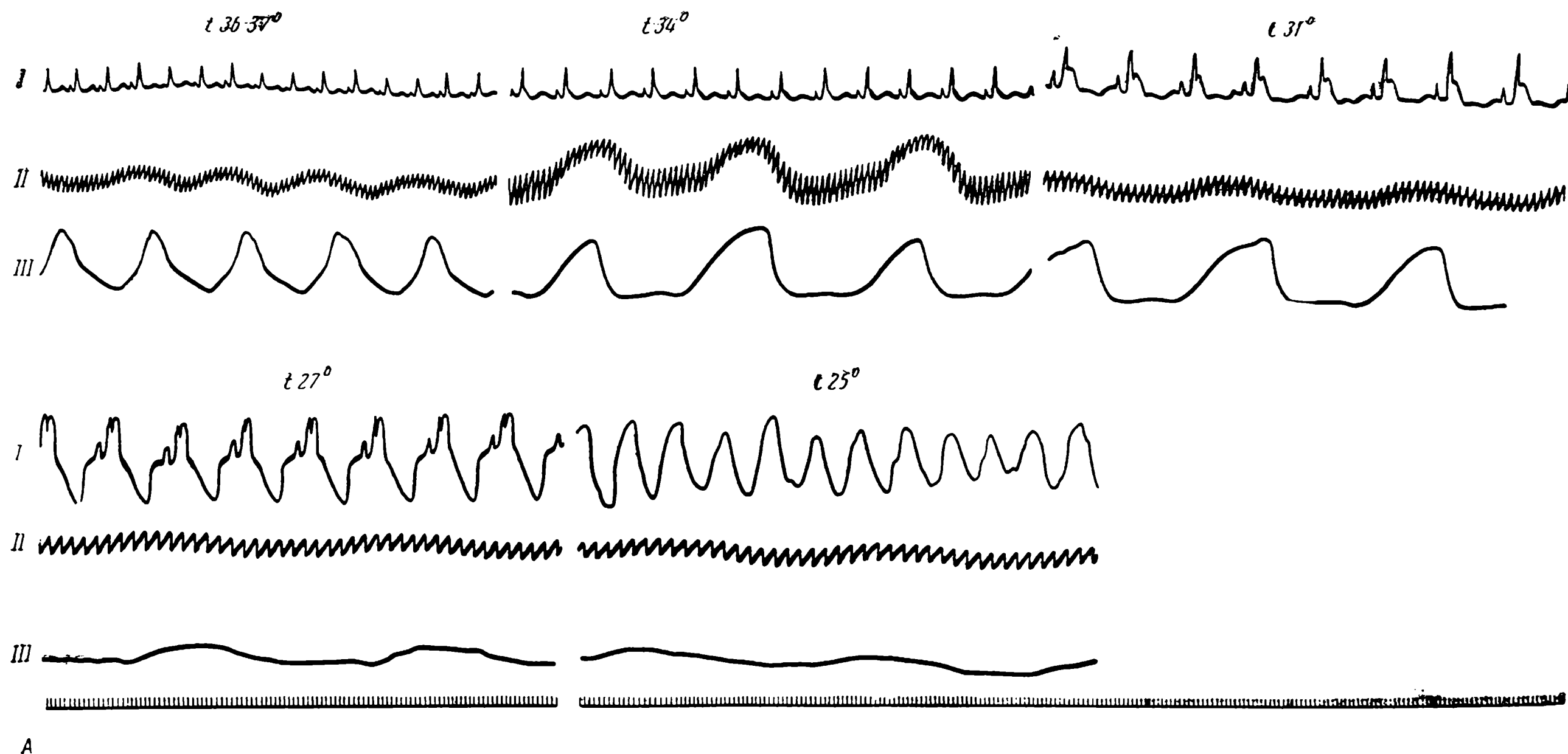


Рис. 109. Угнетение жизненных функций организма экспериментального животного в процессе охлаждения.

I — кривая записи ЭКГ; II — кривая записи артериального давления; III — кривая записи дыхания.

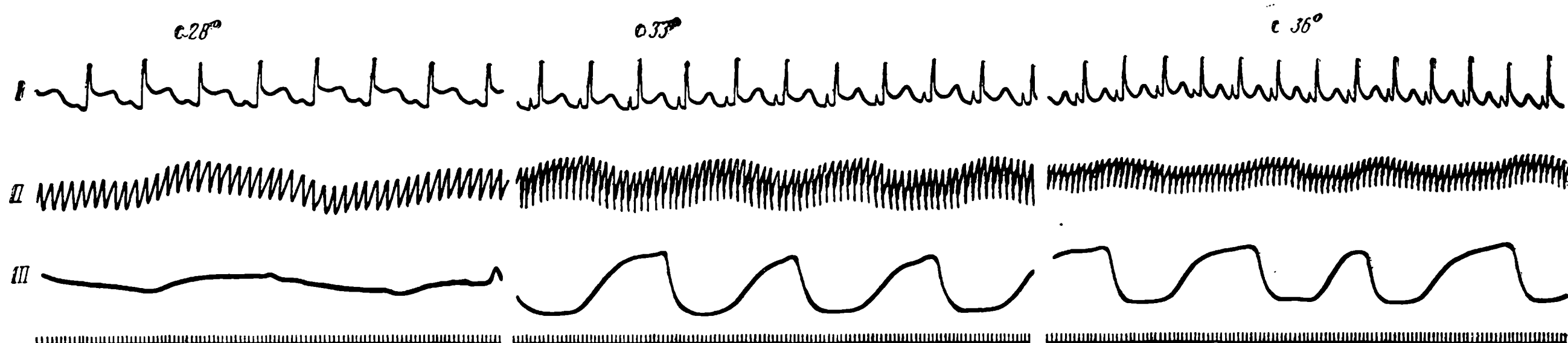


Рис. 110. Восстановление жизненных функций охлажденного организма экспериментального животного в процессе согревания.

I — электрокардиограмма; II — запись артериального давления; III — запись дыхания.

кий конец которой соединяют с помощью трубок и тройника с датчиком электронного измерителя давлений [правила обращения с прибором см. в работе 9(37)] и с манометром Людвига. Это дает возможность измерить абсолютную величину артериального давления (с помощью манометра Людвига) и произвести запись кривой пульсового давления (с помощью ЭИД-1). В физиологический раствор, которым заполняют трубки и систему датчиков, добавляют небольшое количество гепари-

предварительной трахеостомии и посредством эластической манжеты, наложенной на эпигастральную область. Двухканальный электрокардиограф позволяет производить параллельную запись электрокардиограммы и дыхательных движений или электрокардиограммы и кривой пульсового давления.

Когда температура тела животного понизится до 25°, в кювету со змеевиком наливают теплую воду (38—39°). Поддерживая температуру воды на этом уровне, наблюдают по-

степенное восстановление функций организма по мере его согревания. Приведенные записи (рис. 109) демонстрируют ослабление дыхания, тонуса сосудов, деятельности сердца в процессе охлаждения животного и полное восстановление этих функций при согревании организма (рис. 110).

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Составьте протокол опыта. 2. Сравните получен-

ные при различных температурах тела животного электрокардиограммы, записи дыхания, артериального давления.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как изменяются электрическая активность сердца, артериальное давление и дыхание в процессе охлаждения организма? 2. Какая функциональная система организма подвержена изменениям в большей степени?

## Г Л А В А X I

### ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЦ И НЕРВОВ, МЫШЕЧНЫХ И НЕРВНЫХ КЛЕТОК

Основная физиологическая функция мышц — отвечать сокращением на приход к ним по эфферентным нервам волны возбуждения. Общий сократительный эффект мышцы складывается из сокращения составляющих ее отдельных мышечных волокон. Основная физиологическая функция нервов — проводить возбуждение. Возбуждение в нервном стволе распространяется по отдельным составляющим его нервным волокнам. По существу нерв не является самостоятельным функциональным образованием, так как состоит из аксонов нервных клеток, тела которых могут располагаться как в центральной нервной системе, так и в нервных узлах за ее пределами. Аксоны нейронов отличаются по строению и свойствам от дендритов и тел клеток. В то же время аксоны разных нейронов, несмотря на некоторые отличия друг от друга, имеют между собой большое сходство, так как выполняют одну и ту же физиологическую функцию — проведение возбуждения. Более того, даже будучи отделены от тела клетки, аксоны (и нерв в целом) способны длительное время осуществлять свою функцию. Эти особенности и позволяют условно рассматривать нерв как самостоятельный объект исследования.

Возбуждение, возникшее в нервной клетке, передается по аксону к его окончаниям. Конечные разветвления аксонов образуют на мышечных волокнах специальный аппарат — нервно-мышечный синапс (мионевральная или концевая двигательная пластинка), с помощью которого осуществляется активная передача возбуждения с нервного волокна на мышечное.

Мышечное волокно и мышца в целом, нервное волокно и нерв в целом способны придти в состояние возбуждения и при прямом

воздействии на них раздражителя. Если сила раздражения достаточна, то в ответ в нерве возникает распространяющееся возбуждение, а мышца отвечает сокращением.

Из многих физических, химических и физико-химических явлений, связанных с процессом возбуждения, наиболее полно коррелируют с ним, отражая его временные, количественные и качественные характеристики, биоэлектрические потенциалы. Для мышечных волокон и мышц наряду с биоэлектрическими потенциалами внешним проявлением возбуждения служит сократительный акт. Поэтому изучение физиологии мышц и нервов основывается на исследовании механических эффектов сокращения и биоэлектрических явлений.

Как мышца, так и нерв по свойствам количественно отличаются от отдельных, составляющих их элементов. В то же время мышца и иннервирующий ее нерв образуют своеобразную функциональную систему, которой также присущи собственные закономерности. Это определяет различие задач и методических приемов при изучении физиологических свойств мышц и нервов. Так, интимные механизмы возникновения возбуждения, распространения его и передачи с одной структуры на другую изучаются с помощью микроэлектродной техники на отдельных нервных и мышечных клетках. А на изолированных мышцах, нервах и на системе, образуемой изолированной мышцей и ее нервом (так называемый нервно-мышечный препарат), исследуются функциональные свойства этих структур, свойства образуемой ими системы, а также общие закономерности возникновения, распространения и передачи возбуждения.

Изучение физиологии нервов и мышц, помимо частных, позволяет решать также ряд об-



щих теоретических и практических вопросов, важных для понимания закономерностей работы нервной системы. Кроме того, этот раздел физиологии имеет исключительное значение для клиники, поскольку заболевания и травматические повреждения опорно-двигательного аппарата широко распространены и являются одной из основных причин длительной нетрудоспособности и инвалидности.

Приводимые ниже работы включают как классические, так и современные методические приемы изучения общей физиологии возбудимых тканей и физиологии мышц и нервов.

---

#### РАБОТА 1 (74)

#### ПРЯМОЕ И НЕПРЯМОЕ РАЗДРАЖЕНИЕ МЫШЦЫ. СРАВНЕНИЕ ВОЗБУДИМОСТИ МЫШЦЫ И НЕРВА

---

**Цели работы:** 1. Сопоставить пороги силы раздражителя для мышцы при ее прямом раздражении и при раздражении подходящего к ней двигательного нерва. 2. Сравнить возбудимость мышцы и возбудимость нерва.

Прямым называется раздражение, наносимое непосредственно на ткань мышцы, а непрямым — раздражение мышцы через ее двигательный нерв. Порогами силы раздражителя называют минимальную интенсивность стимула, вызывающую возбуждение. В обычных условиях эксперимента сравнение порогов силы раздражителя при раздражении нерва и раздражении мышцы позволяет лишь приблизительно судить о различиях их возбудимости. Это объясняется тем, что при раздражении нерва порог, определяемый по минимальному сокращению мышцы, зависит не только от возбудимости нерва, но и от возбудимости самих мышечных волокон. С другой стороны, при прямой стимуляции мышцы раздражаются не только мышечные волокна, но и нервные элементы: пронизывающие мышцу пресинаптические терминали двигательных аксонов, а также области двигательных концевых пластинок.

**Для работы необходимы:** стимулятор, вертикальный миограф, стимулирующие электроды для нерва, кимограф или аппарат ЭИД-1, чернильнопишущий регистратор, универсальный штатив, набор препаровальных инструментов, раствор Рингера, пипетка, вата, лягушка.

**Проведение работы.** Готовят нервно-мышечный препарат [см. работу 2(2), стр. 36]. Укрепляют его в вертикальном миографе так, чтобы конец, к которому подходит нерв, был обращен вверх. На верхнем горизонтальном кронштейне миографа с помощью муфты укрепляют стимулирующие электроды. Помещают

на них нерв и прикрывают его до начала опыта тонким слоем ваты, смоченной раствором Рингера. Соединяют электроды через переключатель с выходом стимулятора (рис. 111, А). Переводят стимулятор в ждущий режим работы с запуском от кнопки. Ручкой грубой регулировки амплитуды устанавливают диапазон от 0 до 1 в. Ручки плавной регулировки амплитуды, регулировки частоты и задержки импульса устанавливают на 0. Подавая на нерв одиночные стимулы с фиксированной длительностью (например, 0,5 мсек) и постепенно возрастающей амплитудой, находят по минимальному сокращению мышцы величину порогового стимула. Затем повторяют определение порога при прямой стимуляции мышцы с помощью поверхностных электродов, которые следует располагать несколько ниже средней части мышцы. После этого проводят определение порога при раздражении мышцы через проводящую цепь миографа. Для этого клеммы миографа необходимо предварительно соединить с выходом стимулятора. Запись мышечных сокращений ведут на остановленном кимографе или самописце с последующим поворотом барабана кимографа или протягиванием ленты самописца на 0,5 см.

При проведении этой работы силу стимула необходимо увеличивать медленно, начиная от 0, пользуясь потенциометром плавной регулировки амплитуды. При этом амплитуда каждого последующего стимула должна возрастать примерно на 0,1 в. Когда будет достигнуто пороговое значение, силу стимула следует уменьшить на 0,1—0,2 в и вновь определить порог, увеличивая амплитуду каждого последующего стимула еще более плавно (примерно на 0,5 в). Рекомендуется в каждом из трех вариантов провести не менее трех последовательных определений порога и вычислить средние значения силы стимула. В некоторых случаях получить отчетливые результаты не удастся. Наиболее часто это случается по двум причинам:

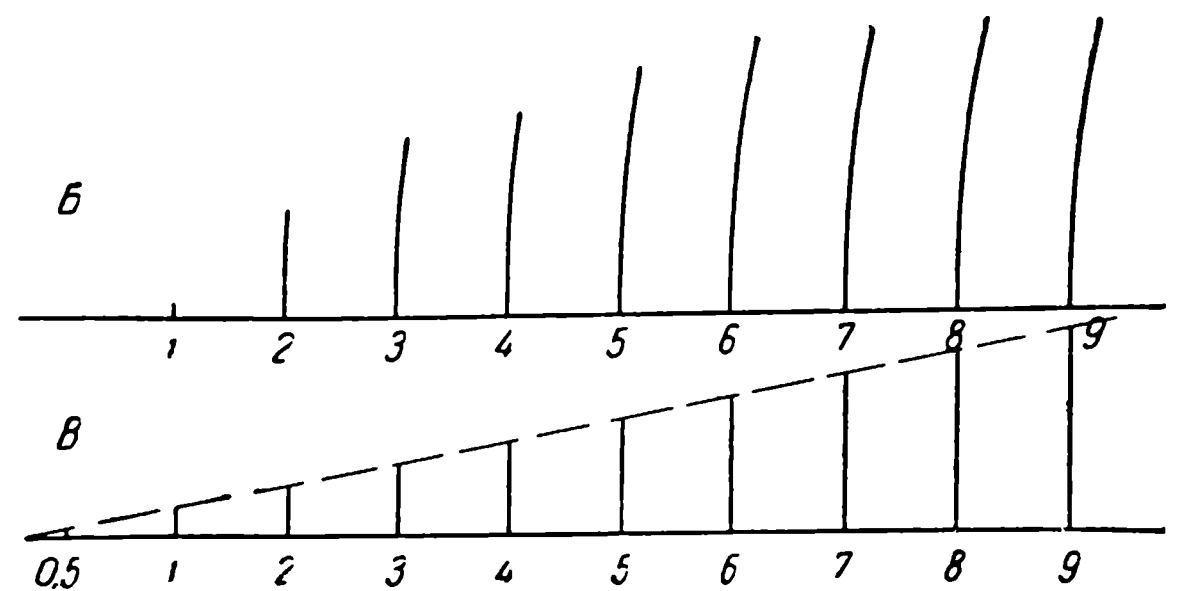
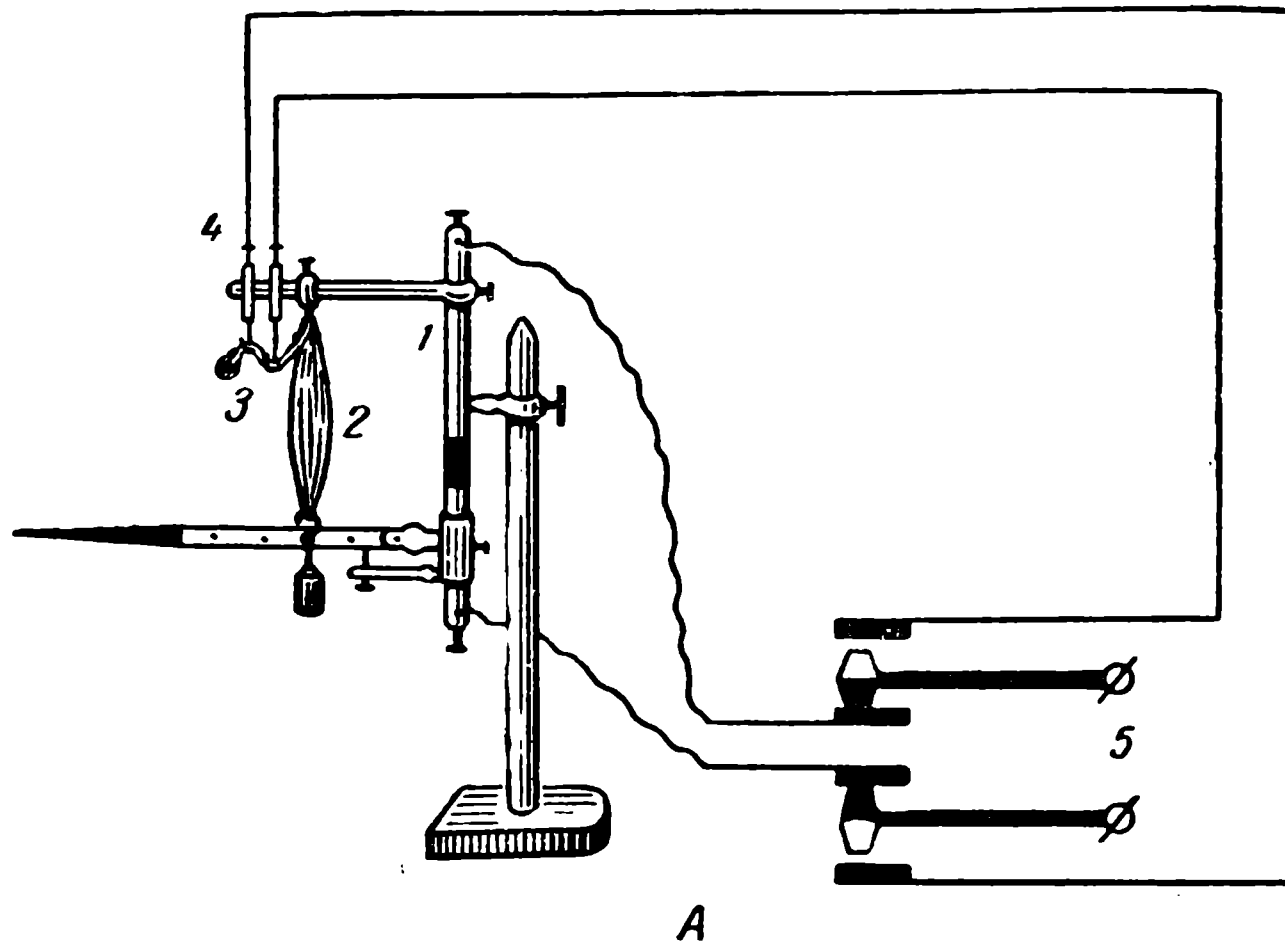
1) в связи с крайне повышенной возбудимостью тканей препарата (наблюдается у лягушек весной). Уменьшить возбудимость можно охлаждением приготовленных препаратов. Для этого необходимо завернуть препарат в вату, смоченную раствором Рингера, и поместить в холодильник;

2) в результате неисправности у стимулятора потенциометра плавной регулировки, препятствующей линейному возрастанию амплитуды стимула. Если нельзя заменить стимулятор, то можно попытаться осуществить плавную регулировку за счет дополнительного потенциометра (или реостата), включенного во внешнюю цепь выхода стимулятора.

**Рекомендация к оформлению работы:** Составьте протокол опыта и зарисуйте установку.

**Ответьте на вопросы:** 1. Наблюдалась ли в Вашем опыте разница порогов при стимуляции мышцы через проводящую цепь миографа и с помощью поверхностных электродов? Если да,

то чем это можно объяснить? 2. Какая форма эксперимента позволила бы точно определить собственную возбудимость мышцы?



**Рис. 111.** Сокращения изолированной икроножной мышцы лягушки под влиянием одиночных прямоугольных электрических импульсов возрастающей силы (длительность импульсов постоянна и равна 0,5 мсек).

*А* — схема установки для закрепления и стимуляции мышцы: 1 — вертикальный миограф; 2 — мышца; 3 — двигательный нерв; 4 — электроды для стимуляции нерва; 5 — переключатель с клеммами для подключения стимулятора. *Б* — запись мышечных сокращений: 1 — минимальное пороговое сокращение; 2—6 — субмаксимальные сокращения; 7—9 — максимальные сокращения. *В* — схема возрастания силы стимулов (от 0,5 до 9 условных единиц). За единицу взята амплитуда порогового (1) стимула; 0,5 — подпороговый раздражитель; 1 — пороговый раздражитель; 2—6 — субмаксимальные раздражители; 7 — максимальный раздражитель.

то чем это можно объяснить? 2. Какая форма эксперимента позволила бы точно определить собственную возбудимость мышцы?

## РАБОТА 2 (75)

### ЗАВИСИМОСТЬ АМПЛИТУДЫ СОКРАЩЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННОЙ МЫШЦЫ ОТ СИЛЫ РАЗДРАЖЕНИЯ

**Цель работы:** Определить, как меняется амплитуда сокращений изолированной мышцы при ее прямой стимуляции с увеличением силы одиночных стимулов.

Скелетные мышцы и по своему строению, и по свойствам существенно отличаются от сердечной мышцы. Изолированный участок последней благодаря особенностям строения реагирует на возрастающие по силе стимулы по принципу «все или ничего». Иначе ведет себя в аналогичных условиях опыта поперечно-полосатая мышца, состоящая из множества волокон, обладающих различной степенью возбудимости. В этом случае при некоторой силе стимула вначале сокращается группа волокон, обладающих наибольшей возбуди-

мостью. Эта минимальная сила раздражения (пороговое раздражение) вызывает пороговое, т. е. минимальное, сокращение мышцы. При дальнейшем увеличении силы стимула амплитуда сокращения мышцы на каждый одиночный удар тока будет возрастать, так как при этом в реакцию будет вовлекаться все большее и большее число волокон. Наконец, в какой-то момент дальнейшее увеличение силы стимула уже не вызовет роста амплитуды сокращения мышцы. Очевидно, это наступит тогда, когда сила раздражения будет достаточной, чтобы вовлечь в реакцию все мышечные волокна. На действие такого максимального раздражителя мышца отвечает максимальным сокращением. Раздражители от пороговых до максимальных называются субмаксимальными. На их действие мышца отвечает субмаксимальным сокращением.

**Для работы необходимы:** стимулятор, вертикальный миограф, кимограф или аппарат ЭИД-1 и чернильнопишущий регистратор, универсальный штатив, набор препаровальных инструментов, раствор Рингера, пипетка, вата, лягушка.

**Проведение работы.** Препарат икроножной мышцы лягушки [готовят так же, как нервно-мышечный препарат — см. работу 2(2), стр. 36, но затем седалищный нерв отсекают] укрепляют в вертикальном миографе. Клеммы миографа соединяют с выходом стимулятора, работающего в ждущем режиме с запуском от



кнопки. Устанавливают длительность импульса 0,5 мсек. Ручкой грубой регулировки амплитуды импульса устанавливают диапазон от 0 до 10 в. Ручку плавной регулировки амплитуды, а также ручки регулировки частоты и задержки импульса устанавливают на 0.

Не приближая писчика (рычага) миографа к барабану кимографа или к центральному электроду датчика, посылают на мышцу пробные одиночные стимулы, постепенно увеличивая их амплитуду. При этом устанавливают ориентировочные величины порога и максимального раздражителя. После этого приближают писчик миографа к барабану кимографа (или рычаг миографа к активному электроду датчика). Так как теперь примерно известно, какой амплитуде стимула соответствует порог возбудимости мышцы и ее максимальное сокращение, делят этот диапазон по шкале плавной регулировки амплитуды импульса на несколько частей, чтобы получить равномерный прирост амплитуды сокращений мышцы. Начинают стимулировать мышцу возрастающими по амплитуде стимулами и записывают ее сокращения. После каждой записи перемещают барабан кимографа (или бумажную ленту чернильнопишущего регистратора) так, чтобы следующая запись отстояла на 0,5 см от предыдущей. В процессе опыта следят, чтобы мышца не подсыхала, для этого ее периодически смачивают раствором Рингера. После того как все записи выполнены, возвращают барабан кимографа (или ленту самописца) в исходное положение и прописывают изолинию (рис. 111, Б, В).

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Вырежьте полученную кривую и наклейте ее в тетрадь. 2. Против каждого сокращения мышцы отметьте амплитуду стимула. 3. Запишите, на какие по силе стимулы мышца отвечает пороговым и максимальным сокращениями.

**Ответьте на вопросы:** 1. Может ли мышца увеличить амплитуду сокращения, если ее раздражать одиночными стимулами, в 2 раза превышающими по силе величину максимального раздражителя? 2. Увеличится ли амплитуда сокращения, если, не меняя амплитуды порогового стимула, в 2 раза увеличить его длительность?

---

#### РАБОТА 3 (76)

#### ЗАПИСЬ И АНАЛИЗ РАЗВЕРнуТОЙ КРИВОЙ ОДИНОЧНОГО МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ

---

**Цель работы:** Овладеть техникой записи и изучить особенности одиночного сокращения поперечнополосатой мышцы.

В обычных условиях жизнедеятельности организма одиночные сокращения свойственны только мышце сердца. Все скелетные мышцы сокращаются тетанически либо тонически. Однако в основе тетануса лежит способность скелетной мышцы отвечать одиночным сокращением на одиночное раздражение. Такое вычленение одиночного сократительного акта скелетной мышцы возможно в эксперименте. Но так как цикл одиночного сокращения скелетной мышцы протекает очень быстро, для его изучения приходится прибегать к особым способам регистрации, которые позволяют развернуть во времени кривую одиночного сокращения. Достигается это с помощью фаль-аппарата (от немецкого *fallen* — падение), в котором развертка осуществляется путем записи сокращения мышцы на быстро движущейся (со скоростью 0,5—1 м/сек) закопченной пластинке или бумаге.

Анализ развернутой кривой показывает (см. рис. 112, В), что латентный период сокращения скелетной мышцы составляет примерно 0,01 секунды. Однако имеются данные, полученные более точными методами регистрации, что на самом деле латентный период раза в четыре короче (около 0,0025 секунды), а столь большая его величина при регистрации на фаль-аппарате объясняется инерционностью прибора. За латентным периодом следует фаза укорочения (0,05 секунды), сменяемая фазой расслабления (0,05—0,06 секунды). Таким образом, для икроножной мышцы лягушки весь одиночный цикл сокращения длится примерно 0,11—0,12 секунды. Продолжительность его неодинакова для разных мышц одного животного и для мышц различных животных.

**Для работы необходимы:** фаль-аппарат, вертикальный миограф, универсальный штатив, электромагнитный отметчик времени с частотой колебаний 50—100 гц, набор препаровальных инструментов, раствор Рингера, пипетка, лягушка.

Фаль-аппарат (рис. 112, А) состоит из рамы (1) и металлических направляющих (2), по которым под влиянием груза (3) перемещается каретка (4), служащая для закрепления закопченной стеклянной пластинки или бумаги (5). При движении каретка размыкает контакты (7, 8), в результате чего на мышцу, закрепленную в вертикальном миографе (рис. 112, Б), наносится одиночный сверхпороговый (субмаксимальный) стимул. Для получения одиночных электрических импульсов может быть использована индукционная катушка или электронный стимулятор. Однако той же цели можно достичь и с помощью простой

электрической схемы (9), питаемой от сети. Принцип получения с помощью этой схемы одиночных импульсов состоит в следующем.

Когда контакты 7 и 8 замкнуты, выпрямленный с помощью диода Д сетевой ток заряжает

пластинке развернутую кривую мышечного сокращения.

**Проведение работы.** Закрепляют препарат изолированной икроножной мышцы лягушки в миографе. Проверяют, достаточно ли свободно и быстро перемещается по направляющим

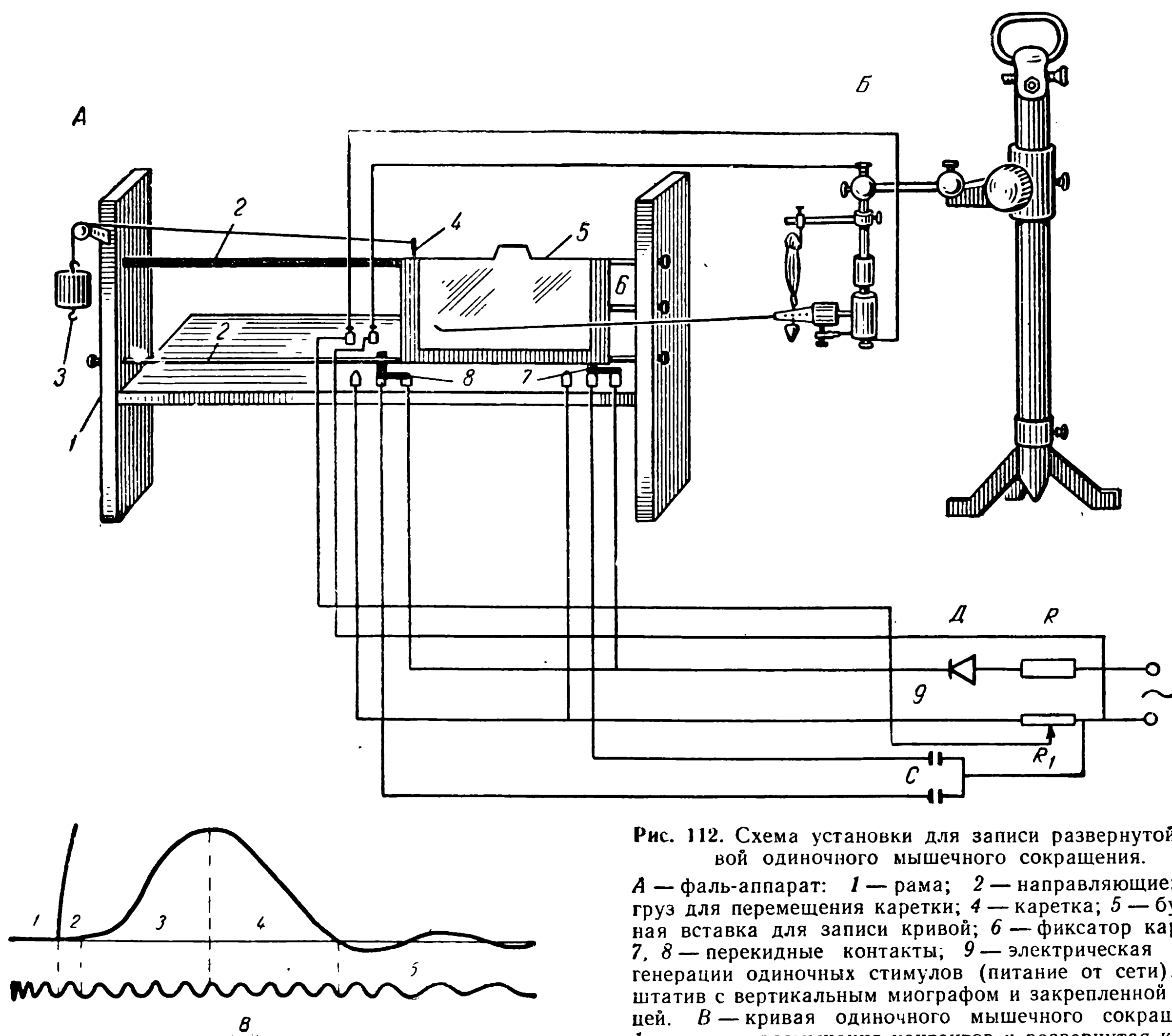


Рис. 112. Схема установки для записи развернутой кривой одиночного мышечного сокращения.

А — фаль-аппарат: 1 — рама; 2 — направляющие; 3 — груз для перемещения каретки; 4 — каретка; 5 — бумажная вставка для записи кривой; 6 — фиксатор каретки; 7, 8 — перекидные контакты; 9 — электрическая схема генерации одиночных стимулов (питание от сети). Б — штатив с вертикальным миографом и закрепленной мышцей. В — кривая одиночного мышечного сокращения: 1 — момент размыкания контактов и развернутая кривая сокращения мышцы; 2 — латентный период; 3 — фаза укорочения; 4 — фаза расслабления; 5 — отметка времени 10 мсек.

две одинаковые емкости С. При движении каретки контакты перебрасываются и замыкают другую цепь, вследствие чего емкости поочередно разряжаются через ткани мышцы. Амплитуда импульса регулируется переменным сопротивлением  $R_1$ . Под влиянием одиночного удара током мышца сокращается, и писчик миографа вычерчивает на перемещающейся вдоль него в горизонтальном направлении

каретка под влиянием тяжести груза. Подбирают с помощью потенциометра ( $R_1$ ) такую силу стимула, чтобы при размыкании контактов фаль-аппарата мышца развивала достаточно сильное сокращение. Чтобы получить на записи отметку момента нанесения на мышцу стимула, освобождают каретку от удерживающего ее фиксатора и медленно подводят к первому контакту. Как только каретка коснется его



и цепь разомкнется, мышца сократится. Запись ее сокращения в виде вертикальной черточки будет служить отметкой момента раздражения (рис. 112, В). Контакт снова замыкают, а каретку возвращают в исходное положение. Остается произвести запись. Для этого освобождают каретку от удерживающей ее защелки и записывают (при отключенной электрической схеме) изолинию, а затем отметку времени с помощью электрокамертона или специального электромагнитного отметчика.

#### Рекомендации к оформлению работы:

1. Вклейте полученную кривую в тетрадь. Если запись велась на стеклянной пластинке, перерисуйте кривую. 2. Определите величину латентного периода и длительность фаз укорочения и расслабления.

**Ответьте на вопрос:** Что можно сказать о сравнительном функциональном состоянии двух препаратов икроножной мышцы лягушки, если при записи развернутой кривой сокращения на фаль-аппарате продолжительность латентного периода у одного составляет 8 мсек, а у другого — 12 мсек?

#### РАБОТА 4 (77)

#### СУММАЦИЯ МЫШЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

**Цель работы:** Воспроизвести в эксперименте, зарегистрировать и проанализировать явление суммации мышечных сокращений.

В том случае, когда на мышцу наносят два одиночных следующих друг за другом субмаксимальных раздражения (рис. 113, А, Б) так, чтобы второе подействовало раньше, чем мышца успеет расслабиться, то на второе раздражение мышца отвечает увеличенным по силе сокращением. В этом можно убедиться, сравнив амплитуду одиночных сокращений (1, 2) с амплитудой суммированного сокращения (3). Возможны два вида суммации: неполная и полная. Неполная суммация (см. рис. 113, А) наблюдается в том случае, когда второе раздражение попадает в фазу расслабления мышцы. При этом на миограмме можно видеть две вершины: от первого (1) и от суммированного (3) сокращения. Вершина второго (суммированного) сокращения отделяется от вершины первого большим или меньшим западением кривой. Чем ближе к концу фазы расслабления (первого сокращения) будет приближаться момент нанесения второго раздражения, тем больше будет западение

кривой и тем меньше амплитуда суммированного сокращения. Полная суммация (рис. 113, Б, 1) наблюдается в том случае, когда второе раздражение попадает в фазу сокращения мышцы. При этом на записи восходящая часть кривой суммированного сокращения (3) непосредственно продолжает выходящую часть кривой первого сокращения (1) и миограмма

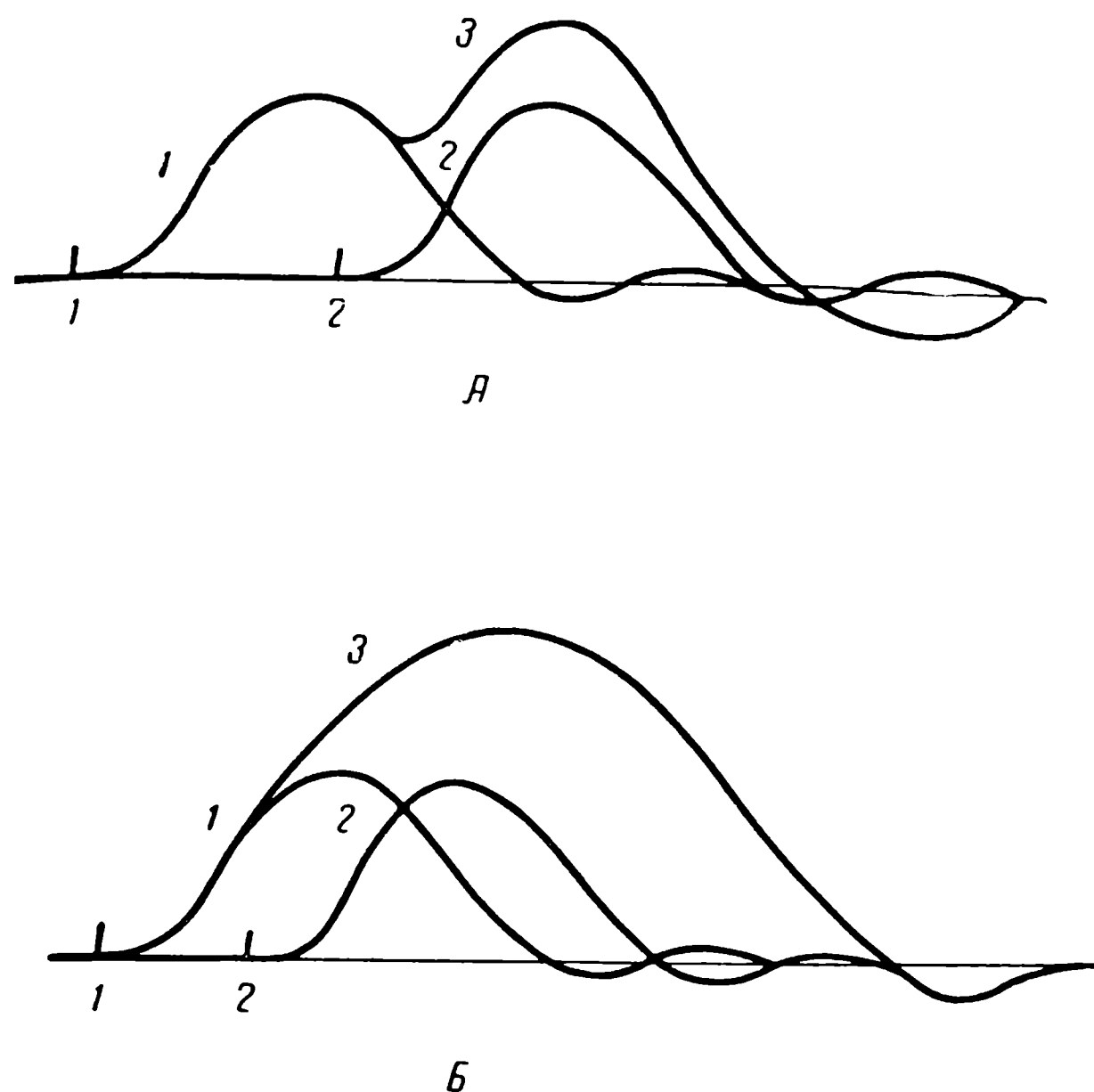


Рис. 113. Суммация мышечных сокращений.

А — неполная суммация; Б — полная суммация: 1 и 2 — моменты стимуляции при замыкании первой и второй группы контактов и соответствующие развернутые кривые сокращения; 3 — кривая суммированного сокращения.

приобретает вид единой кривой с одной вершиной. Происходит это за счет того, что первое и второе сокращения полностью сливаются в один усиленный сократительный акт. Чем ближе к началу фазы сокращения (на первое раздражение) будет приближаться момент нанесения второго раздражения, тем более полным будет слияние кривых, и тем больше будет амплитуда суммированного сокращения.

Возможность суммирования скелетной мышцей сокращений, вызываемых близко следующими друг за другом стимулами, обусловлена коротким периодом ее абсолютной и относительной рефрактерности.

**Для работы необходимы:** фаль-аппарат, вертикальный миограф, универсальный штатив, электромагнитный отметчик времени с частотой колебаний 50—100 гц, набор препарованных инструментов, раствор Рингера, пипетка, лягушка.

**Проведение работы.** Если фаль-аппарат имеет собственную схему генерации импульсов, то включают в ее цепь вторую группу контактов. В случае, когда приходится пользоваться стимулятором, подключают его «цепь запуска» от кнопки параллельно к обеим группам контактов фаль-аппарата. Это позволит послать на мышцу последовательно два стимула в момент размыкания первой, а затем второй группы контактов. Медленно перемещая каретку руками, записывают одиночное сокращение мышцы (без развертки), наступающее при размыкании первой группы контактов. Так как эта запись носит служебный характер и необходима лишь для отметки момента нанесения первого раздражения, целесообразно для ее получения пользоваться слабыми стимулами. После записи отметки раздражения отводят каретку вправо и закрепляют ее фиксатором. Увеличивают силу стимула так, чтобы получить сокращение достаточной амплитуды. Отключают вторую группу контактов. Затем освобождают каретку от фиксатора и записывают кривую сокращения мышцы на первое раздражение.

В зависимости от продолжительности латентного периода первого сокращения и характера записанной кривой устанавливают вторую (подвижную) группу контактов так, чтобы получить неполную суммацию сокращений. Включают в цепь вторую группу контактов и отключают первую. Проводят запись сокращения на изолированное применение второго раздражения. Возвращают каретку вправо. Включают в цепь и первую группу контактов, а затем записывают кривую суммированного сокращения. Изменяют положение подвижной группы контактов так, чтобы получить полную суммацию сокращений, и проводят запись.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Поместите в тетрадь полученные кривые (или зарисуйте их). 2. Зарисуйте схему экспериментальной установки.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какой вид суммации сокращений будет наблюдаться при записи миограммы на фаль-аппарате, если два раздражения на икроножную мышцу лягушки наносить с интервалами 0,04 и 0,08 секунды? 2. Можно ли с помощью точных методов регистрации и стимуляции получить суммацию одновременно трех сокращений скелетной мышцы в ответ на три последовательных раздражения, наносимых с интервалами: а) между первым и вторым сокращением 4,5 мсек, а между вторым и третьим — 5 мсек; б) между первым и вторым — 9 мсек, а между вторым и третьим — 10 мсек?

## РАБОТА 5 (78)

### ТЕТАНИЧЕСКОЕ СОКРАЩЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТЫХ МЫШЦ (ЗУБЧАТЫЙ И ГЛАДКИЙ ТЕТАНУС)

**Цели работы:** 1. Познакомиться с особенностями тетанических сокращений скелетных мышц. 2. Исследовать условия развития зубчатого (неполного) и гладкого (полного, или сплошного) тетануса.

В организме сокращения мышц развиваются под влиянием ритмических импульсов, поступающих к ним из центральной нервной системы. Мотонейроны спинного мозга посылают к мышцам разряды, следующие с высокой частотой, намного превышающей длительность периода одиночного мышечного сокращения. В результате в мышцах развивается суммация сокраще-

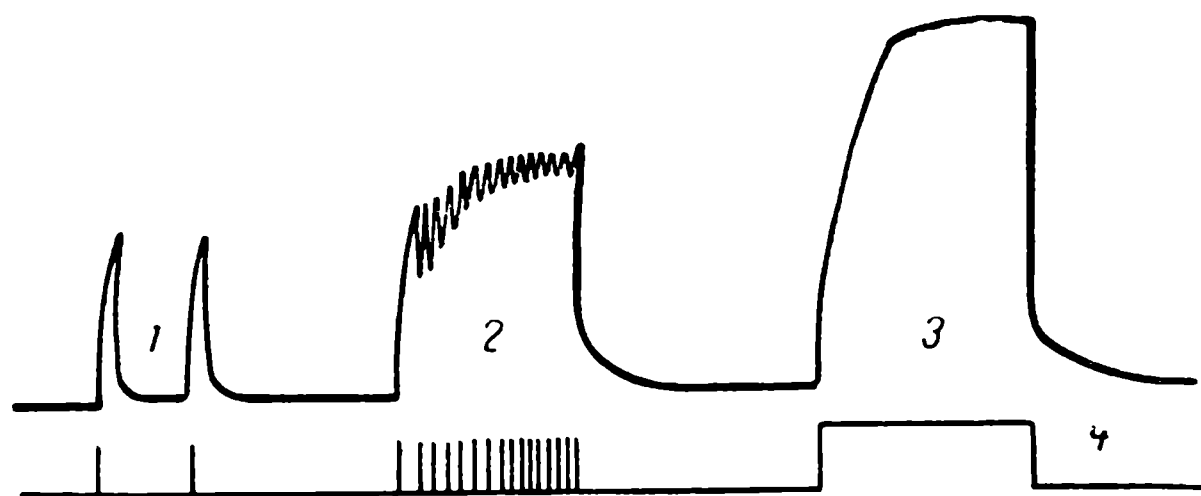


Рис. 114. Сокращения икроножной мышцы лягушки при разной частоте раздражений.

1 — одиночные сокращения; 2 — зубчатый тетанус; 3 — гладкий тетанус; 4 — отметка нанесения раздражений.

ний, которая внешне проявляется сильным и длительным сокращением всей мышцы, называемым тетанусом. Но в экспериментальных условиях на изолированных мышцах можно получить любой вид сокращений и проанализировать условия развития тетануса. Если подвергнуть мышцу раздражению ритмическими стимулами, каждый из которых способен вызвать ее одиночное сокращение, то характер ответа мышцы будет зависеть от частоты следования стимулов. При низкой частоте стимуляции (5—6 гц) промежуток между двумя соседними стимулами достаточен, чтобы мышца успела ответить одиночным циклом на каждый удар тока (рис. 114, 1). При возрастании частоты (10—12 гц) интервал между соседними стимулами сокращается и мышца, не успевая расслабиться после сокращения на предыдущий стимул, отвечает на последующий новым сокращением, — возникает зубчатый, или неполный, тетанус (рис. 114, 2). Еще бо́льшая частота раздражений (20—40 гц) настолько сближает отдельные стимулы, что каждый из них действует на мышцу в какой-то момент фазы укорочения, развивающейся в ответ на действие предшествующего стимула. В результате наступает длительное непрерывное сокра-



щение — гладкий, или полный, тетанус (рис. 114, 3).

**Для работы необходимы:** электронный стимулятор, вертикальный миограф, кимограф или аппарат ЭИД-1 и чернильнопишущий регистратор, универсальный штатив, набор препаровальных инструментов, набор гирек от 1 до 50 г, раствор Рингера, пипетка, лягушка.

**Проведение работы.** Готовят препарат икроножной мышцы лягушки. Укрепляют его в вертикальном миографе, подвешивая к писчику небольшой дополнительный (15—20 г) груз. Соединяют клеммы миографа с выходом стимулятора. Устанавливают длительность одиночного импульса в пределах 0,5—1 мсек. Переводят стимулятор в режим непрерывной генерации импульсов с запуском от кнопки. Ручкой грубой регулировки частоты следования импульсов устанавливают диапазон от 1 до 20 гц. Ручку плавной регулировки частоты отводят в крайнее левое положение. Находят величину амплитуды максимального раздражителя. Приближают писчик миографа к барабану и включают кимограф. В случае работы с аппаратом ЭИД-1 располагают рычаг вертикального миографа вблизи центрального электрода датчика механических перемещений. Соединяют выход ЭИД-1 с входом чернильнопишущего регистратора и устанавливают на нем одну из медленных скоростей движения бумаги (5—10 мм/сек). Далее поступают в соответствии с правилами работы с электронной аппаратурой [см. работу 2(2), стр. 38].

Вначале дают два—три одиночных стимула, затем последовательно увеличивают частоту раздражения (например, 5—10—20—50—100 гц). Записывают кривые зубчатого и гладкого тетануса.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Полученные кривые вклейте в тетрадь. 2. Сравните амплитуды одиночного и тетанического сокращений мышцы.

**Ответьте на вопросы:** 1. Почему величина тетанического сокращения превышает величину одиночного сокращения? 2. Если на вершине полного тетануса продолжать увеличивать частоту стимуляции мышцы, будет ли при этом наблюдаться еще большее возрастание амплитуды сокращения?

---

#### РАБОТА 6 (79) ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СОКРАЩЕНИЯ ГЛАДКИХ МЫШЦ

---

**Цель работы:** Познакомиться с особенностями сокращения гладких мышц и записать миограмму гладкой мышцы желудка лягушки.

Гладкая мускулатура в организме высших животных и человека образует средний слой стенок полых внутренних органов, входит в состав стенок сосудов, выводных протоков желез и т. д. Участие в медленно и непрерывно протекающей работе внутренних органов требует от гладких мышц иных свойств по сравнению с сердечной мышцей или скелетной мускулатурой. Основной особенностью гладких мышц является способность к длительным тоническим сокращениям (например, мышцы стенок артерий и артериол, мышцы сфинктеров), которые могут иметь также ритмический характер (например, мышцы кишечника). Возбудимость гладких мышц ниже, чем скелетных или сердечной мышцы. Их пороги раздражения выше, латентный период больше (0,25—3 секунды), а период одиночного сокращения может длиться от нескольких секунд до 1—2 минут (рис. 115). Медленная сократительная дея-

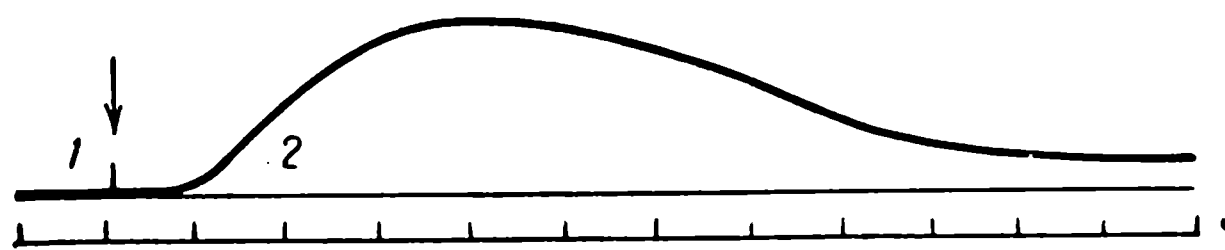


Рис. 115. Миограмма гладкой мышцы желудка лягушки. 1 — момент нанесения одиночного стимула; 2 — миограмма; 3 — отметка времени 10 секунд.

тельность сочетается у гладких мышц с большой силой и способностью противостоять растяжению, на которое они отвечают активным сокращением или повышением тонуса. Характерной особенностью гладких мышц является также их способность реагировать не только на нервные, но и на гуморальные влияния, причем к некоторым биологически активным химическим веществам они обладают высокой чувствительностью.

**Для работы необходимы:** стимулятор, вертикальный миограф, кимограф, набор препаровальных инструментов, раствор Рингера, пипетка, лягушка.

**Проведение работы.** Вскрывают брюшную полость лягушки и извлекают желудок. Вырезают из него кольцо шириной 4—5 мм. Кольцо рассекают и с полученной полосы снимают слизистую оболочку. Сближают горизонтальные штанги миографа в соответствии с длиной полосы. Если длина полосы недостаточна, один из концов ее укрепляют к крючку миографа с помощью тонкой проволоки. Кимограф переводят на самую низкую скорость и приступают к записи. Ввиду того что возбудимость гладкой мышцы низкая, приходится прибегать к сильному раздражению. При этом целесообразно пользоваться импульсами большой дли-

тельности (5—10 мсек) и амплитуды (30—50 в). Сильный раздражитель может вызвать повреждение ткани, поэтому нужно стремиться заранее все подготовить так, чтобы записать сокращение мышцы на первое же раздражение. Если первый удар током не дал эффекта, необходимо резко увеличить силу раздражителя. После того как миограмма на одиночное раздражение будет записана, следует повторить опыт, применив в качестве раздражителя короткое ритмическое раздражение.

**Рекомендация к оформлению работы:** 1. Полученную кривую вклейте в тетрадь. 2. Определите величину латентного периода и длительность фаз укорочения и расслабления мышцы.

**Ответьте на вопросы:** 1. Чем отличается сокращение гладкой мышцы в ответ на одиночную и ритмическую стимуляцию? 2. В каком случае энергетические затраты будут больше: при тетаническом сокращении скелетной или при длительном стойком сокращении гладкой мышцы?

---

#### РАБОТА 7 (80)

#### **БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЕМОНСТРАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЯХ — ВТОРОЙ ОПЫТ Л. ГАЛЬВАНИ (L. GALVANI) И ОПЫТ К. МАТТЕУЧИ (C. MATTEUCCI)**

---

**Цели работы:** 1. Познакомиться с биологическими методами индикации биоэлектрических явлений. 2. Овладеть техникой воспроизведения двух классических экспериментов, сыгравших исключительную роль в истории развития физиологии.

Биоэлектрические явления в возбудимых тканях могут быть обнаружены как биологическим, так и инструментальным физическим методами. Хотя биологический метод в настоящее время утратил свое значение как метод исследования, для физиолога он всегда будет представлять интерес благодаря той исключительной роли, какую он сыграл в истории открытия биоэлектрических явлений. Именно биологический метод позволил Гальвани впервые бесспорно доказать существование «животного электричества» и тем самым положить начало новому направлению в физиологии — учению об электрических процессах в организме.

В 1786 г. Гальвани обратил внимание на то, что мышцы препаратов задних лапок лягушек, подвешенных на медных крючках за позвоночник к железным перилам балкона, при соприкосновении с перилами сокращались. Это навело его на смелое предположение, что подергивания лапок наступают под влиянием «жи-

вотного электричества», которое возникает в спинном мозге, проводится по металлу и при замыкании цепи раздражает мышцы. Этот опыт вошел в историю как первый опыт Гальвани (сокращение с металлом). Физик А. Вольта (A. Volta) в 1792 г. повторил опыт Гальвани, но пришел к выводу, что причиной раздражения мышц было не «животное электричество», возникающее в спинном мозге, а ток, возникающий в цепи из разнородных металлов — меди и железа.

Несмотря на то что в трактовке конкретных механизмов возникновения тока в цепи, имевших место в первом опыте Гальвани, прав оказался Вольта, Гальвани все же сумел доказать справедливость общего и главного содержания своей гипотезы. Поставленный им в 1794 г. второй опыт показал, что «животное электричество» существует.

**Для работы необходимы:** стимулятор, поверхностные стимулирующие электроды, штатив с двумя лапками, набор препаровальных инструментов, стеклянные крючки для препаровки нервов, стеклянная пластинка или тарелка, раствор Рингера, пипетка, вата, лягушки.

#### **Второй опыт Гальвани (сокращение без металла)**

Второй опыт состоял в том, что сокращение мышц лапки лягушки воспроизводилось без участия металла, путем набрасывания отпрепарированного седалищного нерва на обнаженные мышцы голени. Более детальная трактовка результатов этого опыта была дана Маттеучи, который показал, что сокращения возникают лишь в тех случаях, когда набрасываемый нерв касается поврежденного в процессе препаровки участка мышцы. В дальнейшем он же установил, что наружная поверхность мышцы несет положительный заряд по отношению к ее внутренней части. Эта разность потенциалов существует в покое и отчетливо проявляется в случаях, когда мышца повреждена. Вследствие этого потенциал, возникающий между неповрежденным и поврежденным участками, получил название «потенциала повреждения» и «демаркационного потенциала». Когда набрасываемый нерв попадает на поврежденный электроотрицательный участок мышцы, происходит замыкание цепи, в которой роль положительного полюса играют неповрежденная поверхность мышцы, а также участок соприкасающегося с нею нерва. Таким образом, причиной возбуждения нерва в данном случае будет раздражающее действие тока, возникающего непосредственно в тканях.



**Проведение работы.** Готовят нервно-мышечный препарат и препарат задней лапки лягушки. В обоих случаях седалищный нерв должен быть отпрепарирован с помощью стеклянных крючков на всем протяжении до коленного сустава и пересечен вблизи позвоночника.

Часть мышцы нервно-мышечного препарата, прилежащую к коленному суставу, повреждают, кладут препарат на стеклянную пластинку и на поврежденный участок стеклянными крючками набрасывают нерв так, чтобы его средняя часть касалась неповрежденной поверхности мышцы (рис. 116).

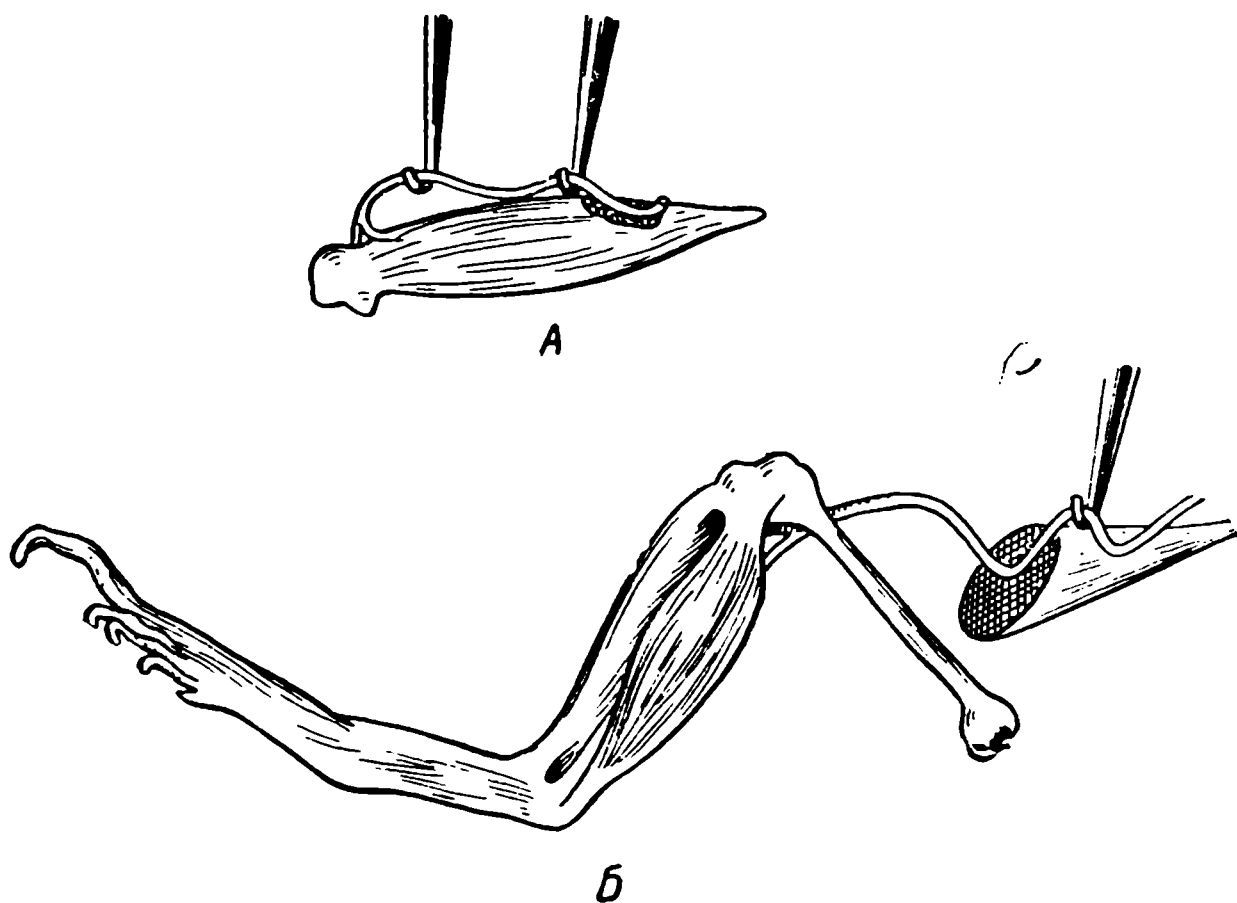


Рис. 116. Второй опыт Гальвани.  
А и Б — способы набрасывания нерва.

На препарате задней лапки удаляют мышцы бедра. Кладут препарат на стеклянную пластинку. Рассекают мышцу бедра в поперечном направлении и тотчас же набрасывают на нее нерв. При этом следят, чтобы он одновременно коснулся поврежденного и неповрежденного участков мышцы (рис. 116, Б).

### Опыт Matteucci (вторичный тетанус)

В 1840 г. Matteucci показал, что можно вызвать сокращение мышц нервно-мышечного препарата, прикладывая его нерв к сокращающимся мышцам другого препарата. Этот опыт свидетельствует о том, что в сокращающейся (действующей) мышце возникают токи, причем настолько значительные, что их можно использовать в качестве раздражителя для нерва другого препарата. Эти токи получили название «токов действия», а «физиологический реоскоп» Matteucci в свое время широко использовался для их обнаружения.

**Проведение работы.** Готовят два препарата задних лапок лягушки. Седалищные нервы в

обоих случаях выделяют стеклянными крючками от позвоночника до коленных суставов. В одном случае нерв отсекают, а в другом берут с участком позвоночника. Мышцы бедра удаляют, а обе лапки за бедренную кость укрепляют в держателях (рис. 117, 2). Нерв одного препарата (с участком позвоночника) по-

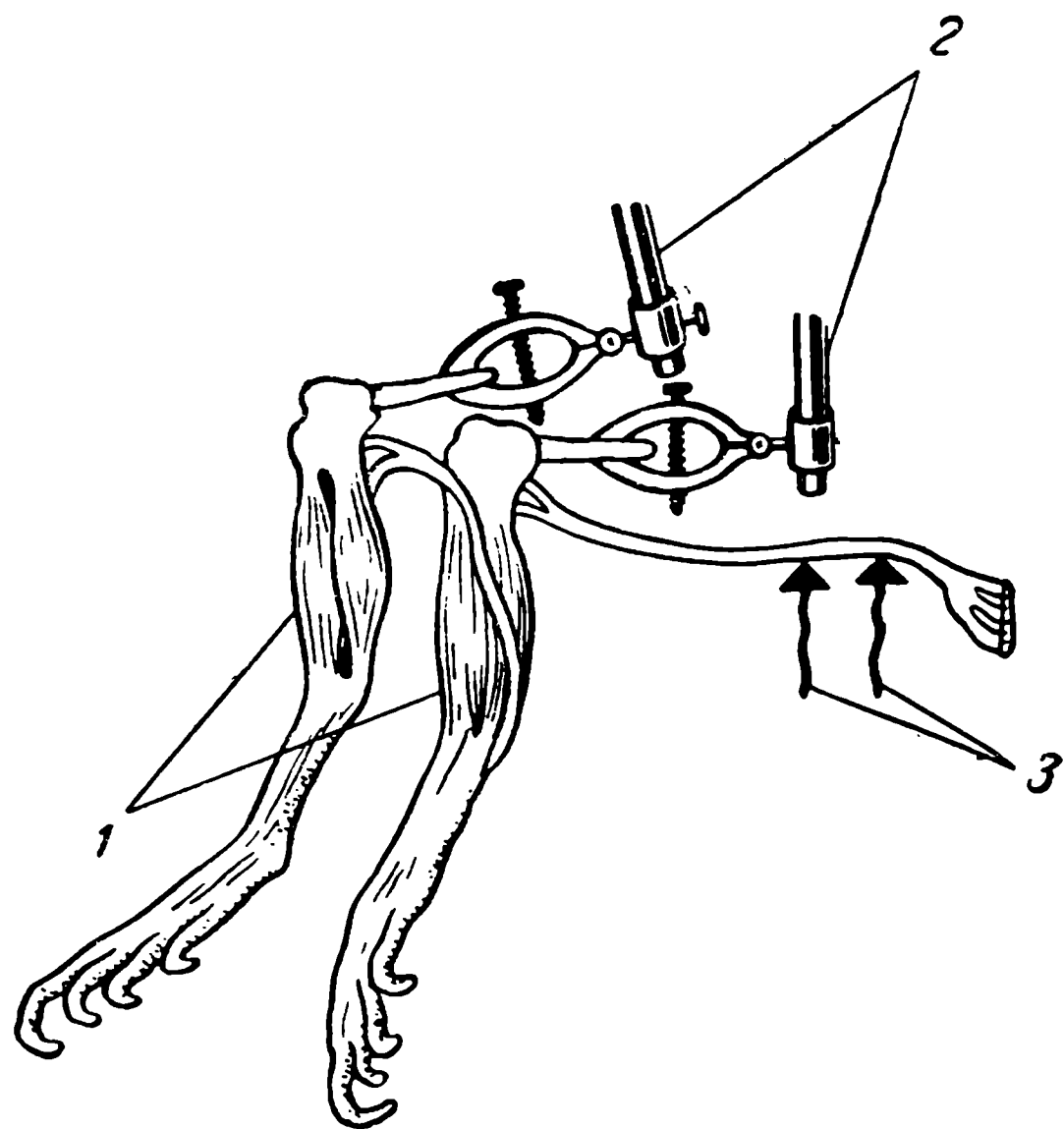


Рис. 117. Опыт Matteucci: 1 — нервно-мышечные препараты лягушки; 2 — держатели; 3 — раздражающие электроды.

мещают на электроды (3), а нерв другого располагают вдоль икроножной мышцы первого. Вызывая ритмическими раздражениями нерва тетаническое сокращение мышц первого препарата, наблюдают за сокращениями мышц второго.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте схемы проведения обоих опытов. 2. Запишите, какие особенности удалось Вам отметить при их выполнении. 3. Сформулируйте на основе собственного опыта работы основные рекомендации для более успешного воспроизведения наблюдавшихся явлений.

**Ответьте на вопросы:** 1. Будет ли меняться ток повреждения в момент развития тока действия? 2. Лучшие или худшие условия (в теоретическом отношении) создадутся для возбуждения нерва, брошенного на мышцу так, как это показано на рис. 116, Б, если при этом поврежденную мышцу подвергать прямому тетанизирующему раздражению? 3. Можно ли считать второй опыт Гальвани первым примером использования биологического объекта в качестве детектора (или индикатора) при изу-

чении свойств биологических систем? (Для ответа на этот вопрос рекомендуется обратиться к литературе).

---

РАБОТА 8 (81)

## МИКРОЭЛЕКТРОДНАЯ ТЕХНИКА

---

**Цель работы:** Познакомиться с назначением и изготовлением стеклянных и металлических микроэлектродов, с особенностями микроэлектродного отведения потенциалов и применяемой аппаратурой.

### Назначение микроэлектродов

Возбуждение — сложный процесс, способный развиваться в возбудимых тканях, которые образуют ряд функциональных структур. В некоторых структурах возбуждение может возникнуть под влиянием местных процессов, в остальных оно возникает под влиянием раздражителя или вследствие передачи от других структур.

Возбуждение представляет собой совокупность физических, физико-химических и биологических явлений. В процессе возбуждения изменяются проницаемость клеточных мембран, течение обменных реакций; концентрация ионов в протоплазме, вязкость протоплазмы и состояние коллоидных систем; активность ферментов; упругость, эластичность и другие механические свойства тканей; их оптические свойства; электрические свойства (распределение зарядов, емкость, сопротивление); теплопродукция и теплоотдача; возбудимость; проводимость и т. д.

Однако из множества меняющихся свойств и реакций только электрические явления наиболее полно и точно отражают количественные и качественные характеристики возбуждения и позволяют судить о функциональном состоянии ткани. Более того, сравнительное изучение биоэлектрических явлений, а также распространения и передачи возбуждения на тканях некоторых видов животных дало примеры такого полного соответствия между ними, что некоторые исследователи склонны рассматривать биоэлектрические явления не как один из компонентов, а как сущность и механизм процесса возбуждения.

Весьма вероятно, что и ряд других сопутствующих возбуждению явлений мог бы быть использован для точной его характеристики, если бы мы располагали тонкими и быстрыми методами регистрации динамики этих явлений. Однако пока такие возможности имеются лишь

для регистрации электрических процессов и возникли они благодаря развитию электронной усилительной техники.

Сопутствующие возбуждению электрические явления развиваются на мембранах клеток, а потенциалы, отводимые от тканей и органов, являются их суммарным отражением. Поэтому изучение механизмов возникновения, распространения и передачи возбуждения требует исследования динамики перераспределения зарядов между внутренней и наружной поверхностями мембран отдельных клеток. А для этого необходимо проникнуть внутрь клетки, но так, чтобы не повредить ее. Достичь обе эти цели позволяет использование микроэлектродов. При изучении функциональной организации нервной системы нередко требуется регистрировать потенциалы действия одной или некоторого ограниченного числа клеток внеклеточно. Для этого также применяют микроэлектроды. Таким образом, микроэлектроды используют как для внутриклеточных, так и для внеклеточных отведений и этим определяются предъявляемые к ним требования.

Внутриклеточные микроэлектроды должны иметь кончик диаметром меньше микрона (для нервных клеток 0,2—0,4 мк). Изготавливают такие электроды из стекла. Микроэлектроды для внеклеточных отведений могут иметь более толстый кончик. Изготавливают их из стекла или металла.

### Особенности микроэлектродного отведения потенциалов

Микроэлектроды, особенно те, которые применяются для внутриклеточных отведений, обладают большим сопротивлением, порой достигающим десятков Мом. Это связано с маленьким диаметром кончика электрода, а также с тем, что электролит в нем при соприкосновении с окружающей тканью разбавляется. Вследствие этого подключать микроэлектрод непосредственно ко входу усилителя, имеющему гораздо меньшее входное сопротивление, нельзя — сигнал будет резко ослабляться или вовсе не будет регистрироваться. Чтобы избежать этого, микроэлектроды подключают к усилителю с помощью специального входного каскада, получившего название «катодный повторитель». Коэффициент усиления катодного повторителя меньше единицы, т. е. он не только не усиливает входного сигнала, но даже несколько ослабляет его, зато этот входной каскад обладает рядом крайне важных свойств.

1. Катодный повторитель имеет высокое входное и низкое (порядка нескольких сот ом) выходное сопротивление (импеданс). Благодаря



ря этому, выполняя роль промежуточного каскада, он позволяет сочетать высокоомный электрод со входом усилителя.

2. Он дает возможность уменьшить сеточный ток входных ламп. Это существенно потому, что большой сеточный ток, проходя через клетку, может оказаться для нее раздражителем. Кроме того, большой сеточный ток вызывает падение напряжения на микроэлектроде, а также электрофоретическое выведение ионов из электролита электрода в клетку.

3. Катодный повторитель позволяет снизить входную емкость усилителя. Известно, что сопротивление электродов ( $R_{эл}$ ), их емкость ( $C_{эл}$ ) и входная емкость усилителя ( $C_{вх}$ ) определяют постоянную времени входа усилителя:

$$\tau = R_{эл} \cdot (C_{эл} + C_{вх}),$$

а от последней в свою очередь зависит пропускание входом высоких частот. В случаях ис-

одно из главных назначений катодного повторителя.

Схема катодного повторителя (рис. 118) отличается от схемы обычного усилительного каскада тем, что сопротивление нагрузки ( $R_k$ ) включено не между анодом и положительным полюсом, а между катодом и отрицательным полюсом источника питания, а выходной сигнал снимается между катодом и общей точкой входа и выхода каскада. Катодный повторитель обычно делают выносным и максимально приближают к объекту. За счет этого удается укоротить входные провода и снизить емкость входа. С этими же целями (а также для уменьшения помех) микроэлектрод укрепляется с помощью специального держателя (1) непосредственно на экранирующем металлическом корпусе катодного повторителя (2), а проводник (3), соединяющий электрод с сеткой лампы, заключается в экран (4), который присоединяется вместо земли к катоду.

Катодный повторитель укрепляется на микроманипуляторе, позволяющем вводить электрод в требуемую структуру или отдельную клетку. Выходной сигнал с катодного повторителя подается на вход усилителя постоянного тока (5), а с выхода последнего — на вход катодного осциллографа (6), имеющего собственный усилитель постоянного тока. Если в процессе исследования требуется не только отводить потенциалы, но и стимулировать клетку или осуществлять путем электрофореза (ионофореза) введение в нее определенных веществ, применяют комбинированные микроэлектроды, состоящие из двух или более изолированных каналов. На схеме (см. рис. 118) показано использование одного из каналов электрода для отведения потенциалов (7), а другого (8) для внутриклеточной стимуляции. При этом запуск развертки осциллографа осуществляется импульсом синхронизации стимулятора (9), подаваемым на вход синхронизации осциллографа, работающего в ждущем режиме при внешнем запуске. Раздражающий импульс с высокоомного выхода стимулятора (10) подается на объект (11). При работе с отдельными клетками чаще всего в качестве раздражителя используют толчки постоянного тока силой  $10^{-9}$ — $10^{-10}$  а.

### Задача 1.

#### Изготовление стеклянных микроэлектродов

Для работы необходимы: аппарат для вытягивания стеклянных микроэлектродов, заготовки из обычного стекла (дрот диаметром 1,5—2 мм), стеклянные кристаллизаторы с крышкой, подставки для электродов (из пластмассы), 3 М раствор KCl.

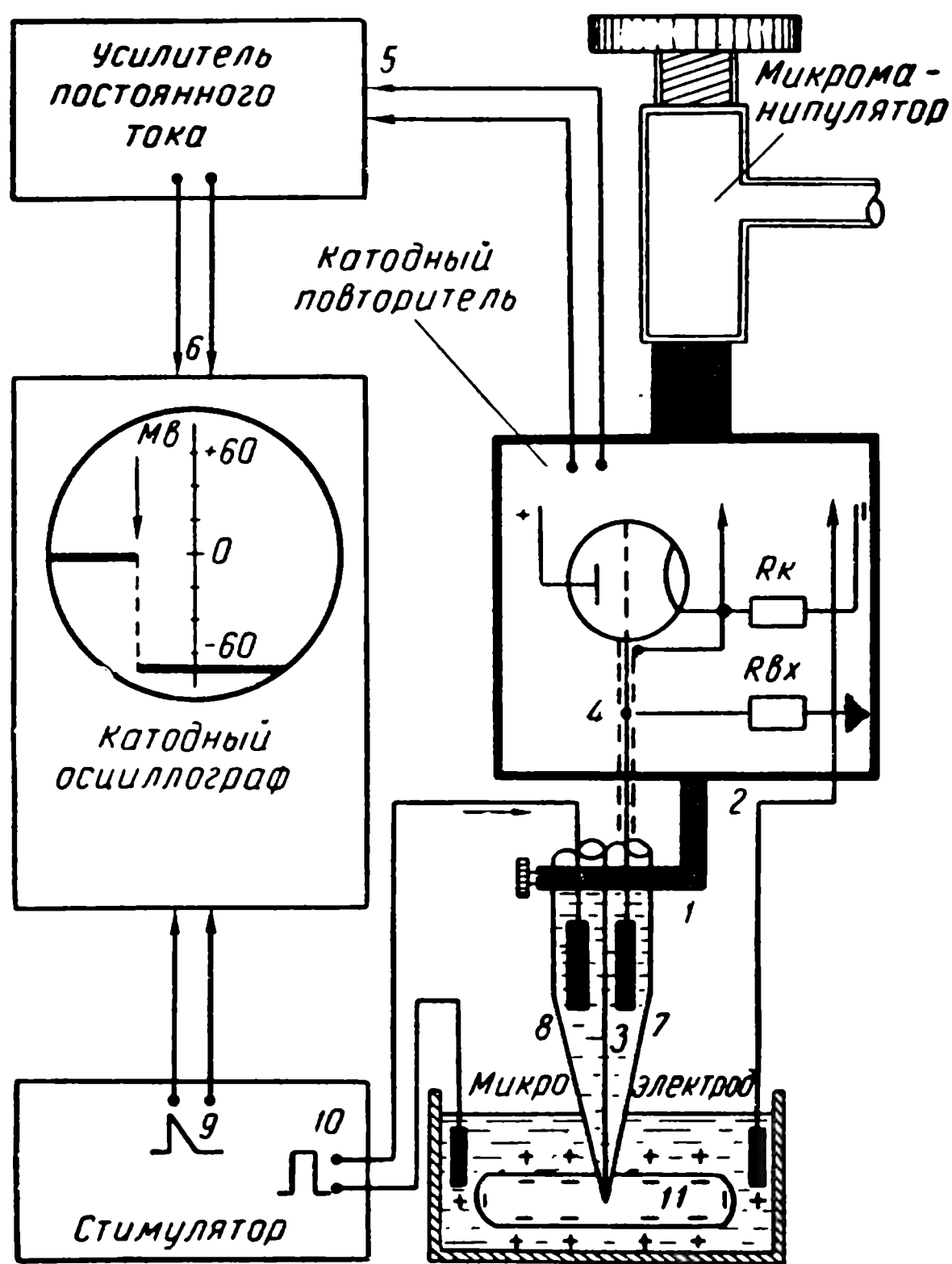


Рис. 118. Схема установки для микроэлектродных исследований (пояснения в тексте).

пользования микроэлектродов  $R_{эл}$  резко возрастает, соответственно возрастает и  $\tau$ , что приводит к искажению (уменьшению амплитуды, сдвиг по фазе) высокочастотных составляющих исследуемого сигнала. Избежать этого можно путем снижения  $C_{вх}$ , в чем и состоит

**Проведение работы.** Стекланный микроэлектрод представляет собой микропипетку, заполненную электролитом, играющим роль проводника. Для изготовления микроэлектродов необходимо стекло повышенной прочности. Обычно пользуются стеклом марки «пирекс» или алюмосиликатным. Заготовки из такого стекла в

веса стержня и сердечника начинает растягиваться. Это первая ступень вытягивания электродов. В какой-то момент стержень, перемещаясь вниз, замыкает контакты цепи соленоида. Возникшее магнитное поле резко, рывком вытягивает сердечник внутрь соленоида. За счет этого рывка осуществляется вторая ступень вы-

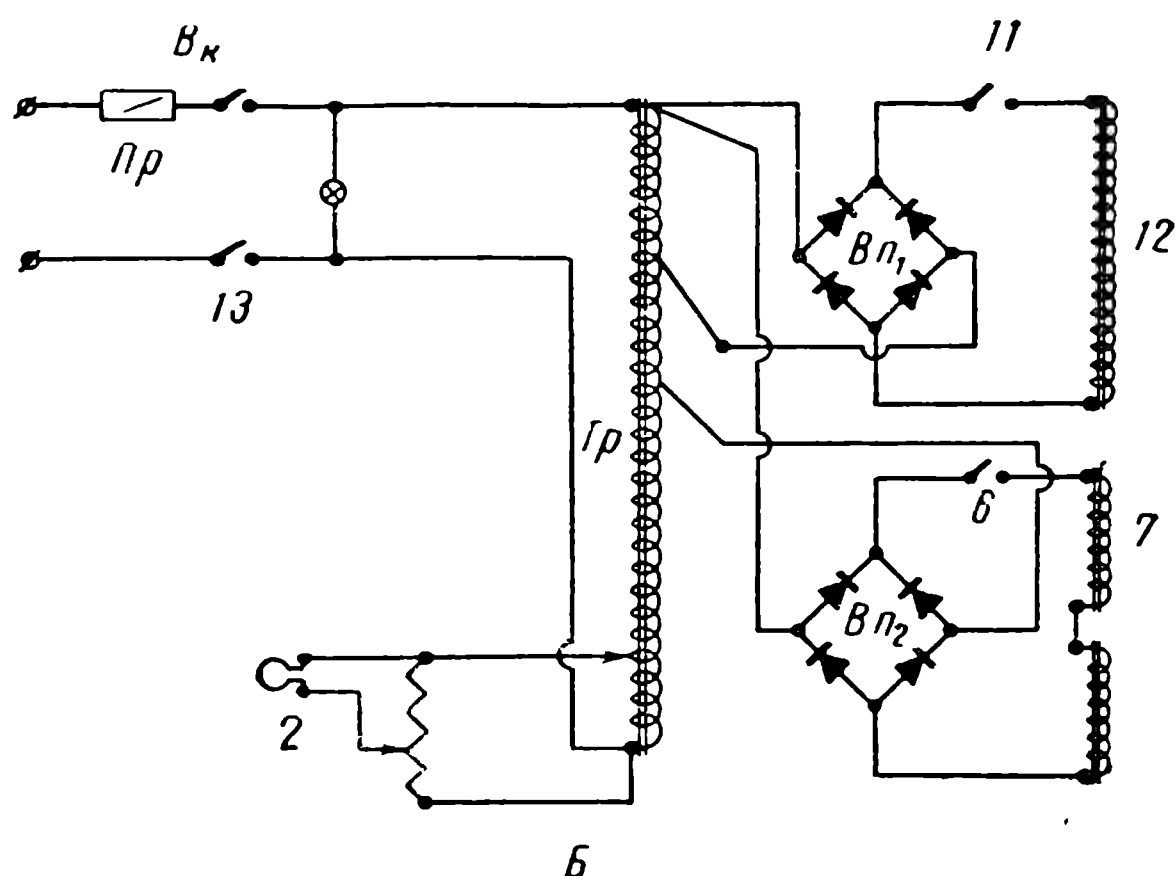
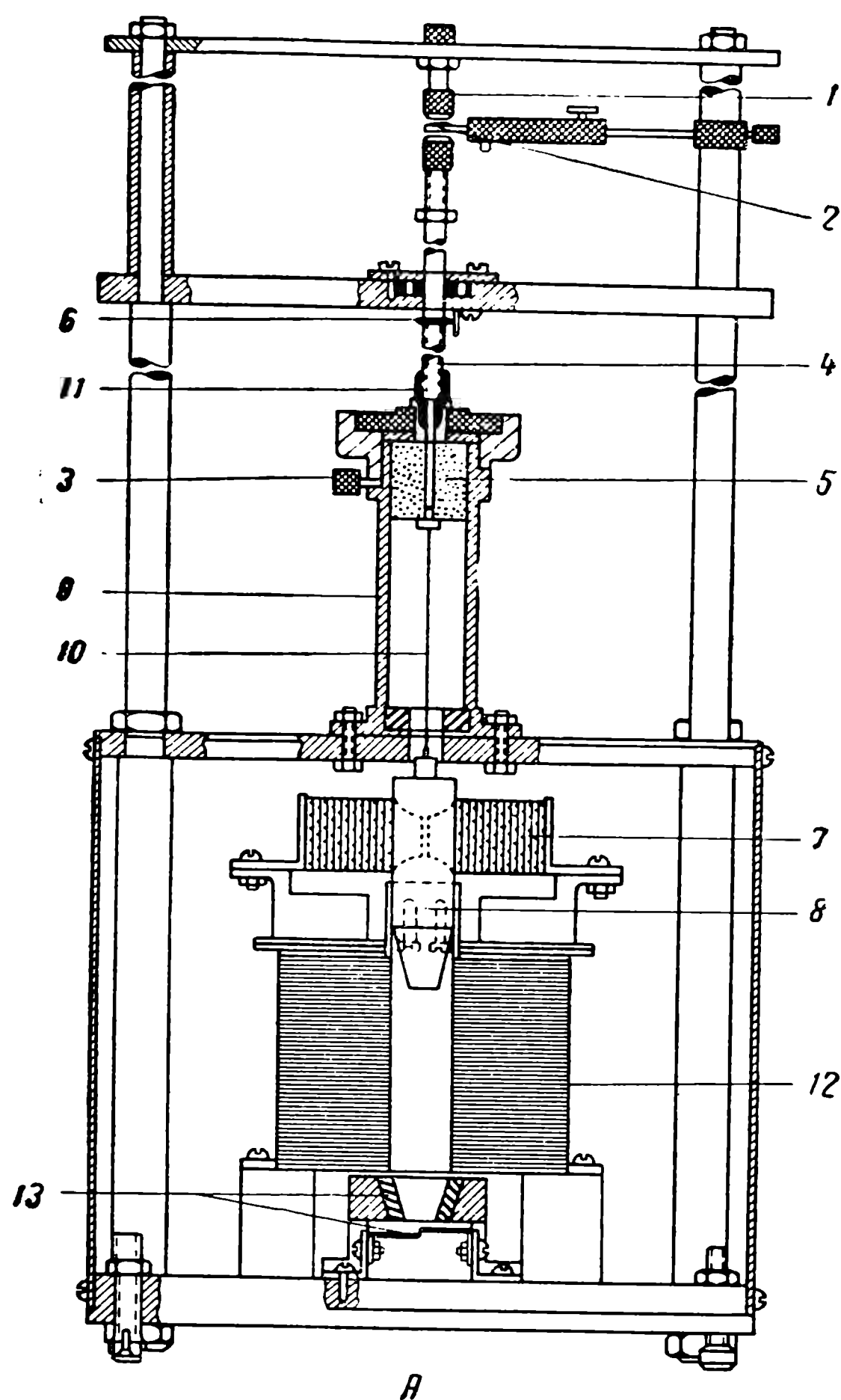


Рис. 119. Автомат для оттягивания стекланных микроэлектродов (микропипеток).

А — схема конструкции прибора (1 — неподвижная цанга; 2 — платиновая петля; 3 — прижимной винт; 4 — подвижный центрированный стержень; 5 — поршень центрального цилиндра; 6 — микровыключатель электромагнитного тормоза; 7 — электромагнитный тормоз; 8 — сердечник соленоида; 9 — центральный цилиндр; 10 — подвеска сердечника соленоида; 11 — микровыключатель соленоида; 12 — соленоид; 13 — контакты блокировки прибора); Б — принципиальная электрическая схема прибора; Пр — предохранитель; Вк — тумблер общего включения прибора; Тр — трансформатор; Вп<sub>1</sub> и Вп<sub>2</sub> — селеновые выпрямители. Остальные обозначения см. А.

виде тонких трубочек закрепляют в верхней (неподвижной) цанге аппарата (рис. 119, А, 1). Нижний конец с помощью цанги прикрепляют к подвижному хорошо центрированному стержню (4), на противоположном конце которого укреплен магнитный сердечник (8). Сердечник на  $\frac{2}{3}$  длины входит в полость сильного соленоида (12). На середине расстояния между верхней и нижней цангой стеклянная трубочка проходит через внутреннюю часть платиновой петли (2).

Оттягивание микроэлектродов производят следующим образом. Включают платиновую спираль в цепь тока. Через некоторое время под влиянием тепла раскалившейся спирали стеклянная трубочка размягчается и за счет

тягивания электрода и разрыв трубочки на две части. Каждая из них представляет собой микропипетку с тонким концом. Зная температуру плавления стекла, можно (при стандартных заготовках дрота) путем регулирования его нагрева, момента включения соленоида и силы рывка получать электроды с кончиком определенного диаметра. Стеклянные заготовки до оттягивания следует держать в дистиллированной воде. Перед оттягиванием внешнюю часть трубочки осушают. Внутренняя поверхность должна оставаться влажной. Во время нагревания вода испаряется, а затем при охлаждении капилляра конденсируется и заполняет самую узкую часть кончика электрода. Для ускорения этого процесса микроэлектрод



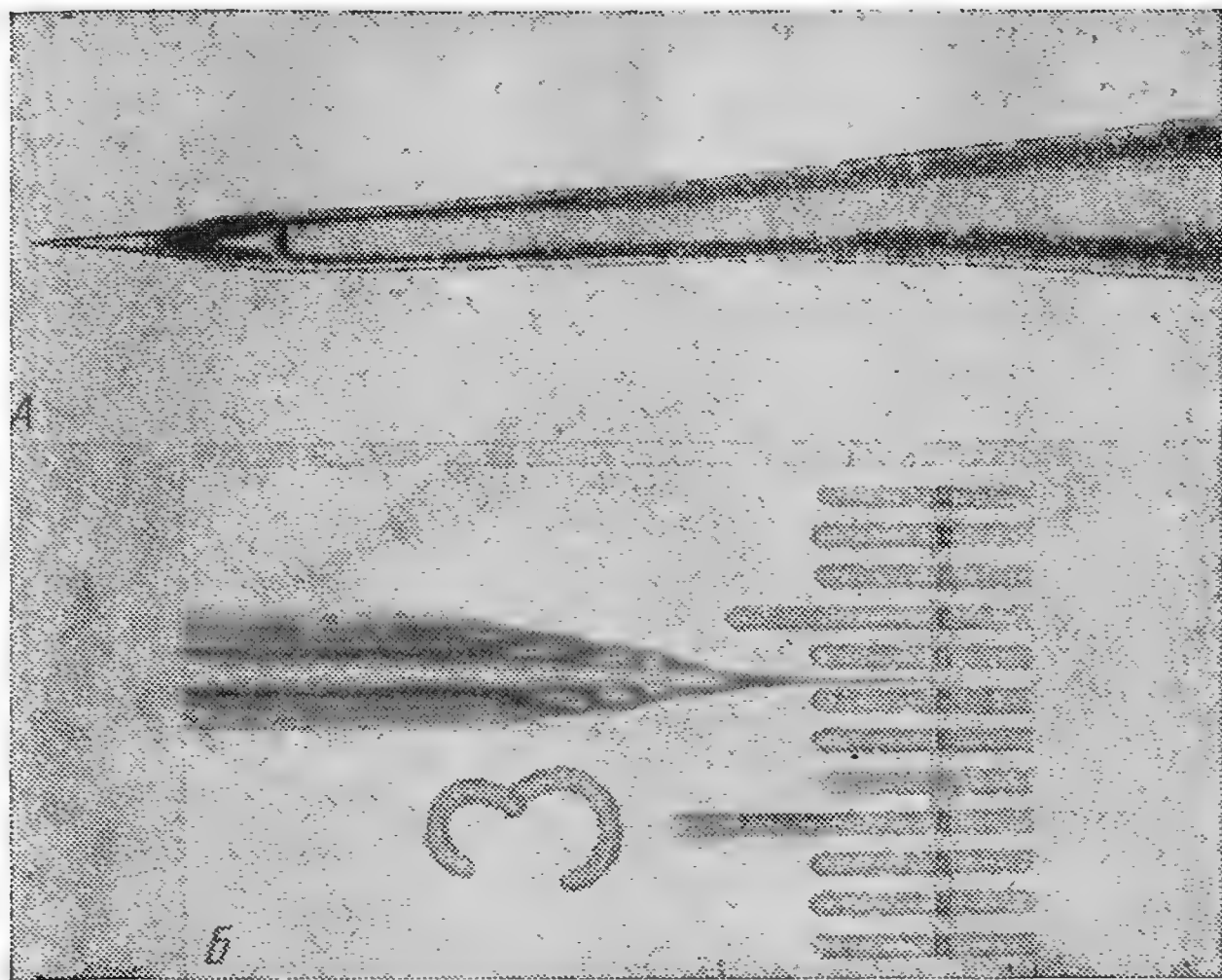


Рис. 120. Кончик стеклянного микроэлектрода под микроскопом.

А — малое увеличение; Б — большое увеличение (1 деление шкалы равно 10 микронам).

после оттягивания тотчас же укрепляют на специальном штативе и конец его погружают на 3—5 мм в 3 М раствор KCl. Через сутки кончики электродов заполняются, после чего с помощью другой пипетки (с большим диаметром отверстия на конце) 3 М раствором KCl заполняют всю полость электрода. В таком виде электроды готовы к употреблению. Внешний вид кончика стеклянного электрода под микроскопом показан на рис. 120, А, Б.

Судить о диаметре кончика микроэлектрода, особенно если он мал (электрод для внутриклеточных отведений), можно по сопротивлению электрода. Для этого электрод опускают кончиком в 3 М раствор KCl и подключают его к одной из клемм омметра. Другую клемму омметра соединяют с раствором. Если диаметр кончика микроэлектрода меньше микрона, его сопротивление будет порядка 10 или нескольких десятков Мом. Чем тоньше кончик, тем выше сопротивление.

## Задача 2.

### Изготовление металлических микроэлектродов

Для работы необходимы: аппарат для электролитической заточки хирургических инструментов, электролит к нему, сушильный шкаф, омметр, заготовки из металла (прямые обрезки стальной проволоки, швейные иглы, энтомологические булавки и т. п.), подставки для электродов из металла, изолирующий лак (например, бакелит).

**Проведение работы.** Металлический микроэлектрод представляет собой стальную иглу, кончик которой истончен до диаметра 10—50 мк. Поверхность иглы, за исключением самого кончика, покрывается изолирующим лаком. Наиболее простой способ заточки конца электрода электролитический. Для этого можно воспользоваться серийно выпускаемым нашей промышленностью аппаратом для заточки хирургических инструментов (рис. 121). Заточку металлической заготовки производят согласно инструкции, прилагаемой к аппарату. Степень заточки контролируют под микроскопом.

После окончания заточки электрода его промывают 10% раствором щелочи, укрепляют в штативе и помещают на 20—30 минут в проточную воду. Затем электрод промывают спиртом, высушивают эфиром и покрывают изолирующим лаком. Лак может применяться любой, но он должен удовлетворять следующим требованиям: а) хорошо ложиться на металл, образуя тонкую пленку; б) не растворяться и не набухать в электролитах организма; в) обладать свойствами изолятора и давать покрытие достаточно стойкое к механическим воздействиям. Часто для покрытия электродов используют лак бакелит. Покрытие этим лаком требует термообработки. Покрывают электрод следующим образом. Электрод вертикально погружают в лак (последний не должен быть слишком густым), а затем вынимают. Держа электрод кончиком вниз, дают излишкам лака стечь. Слегка подсушивают электрод на воздухе и снова повторяют покрытие. После трех покрытий электрод в металлическом штативе кончи-

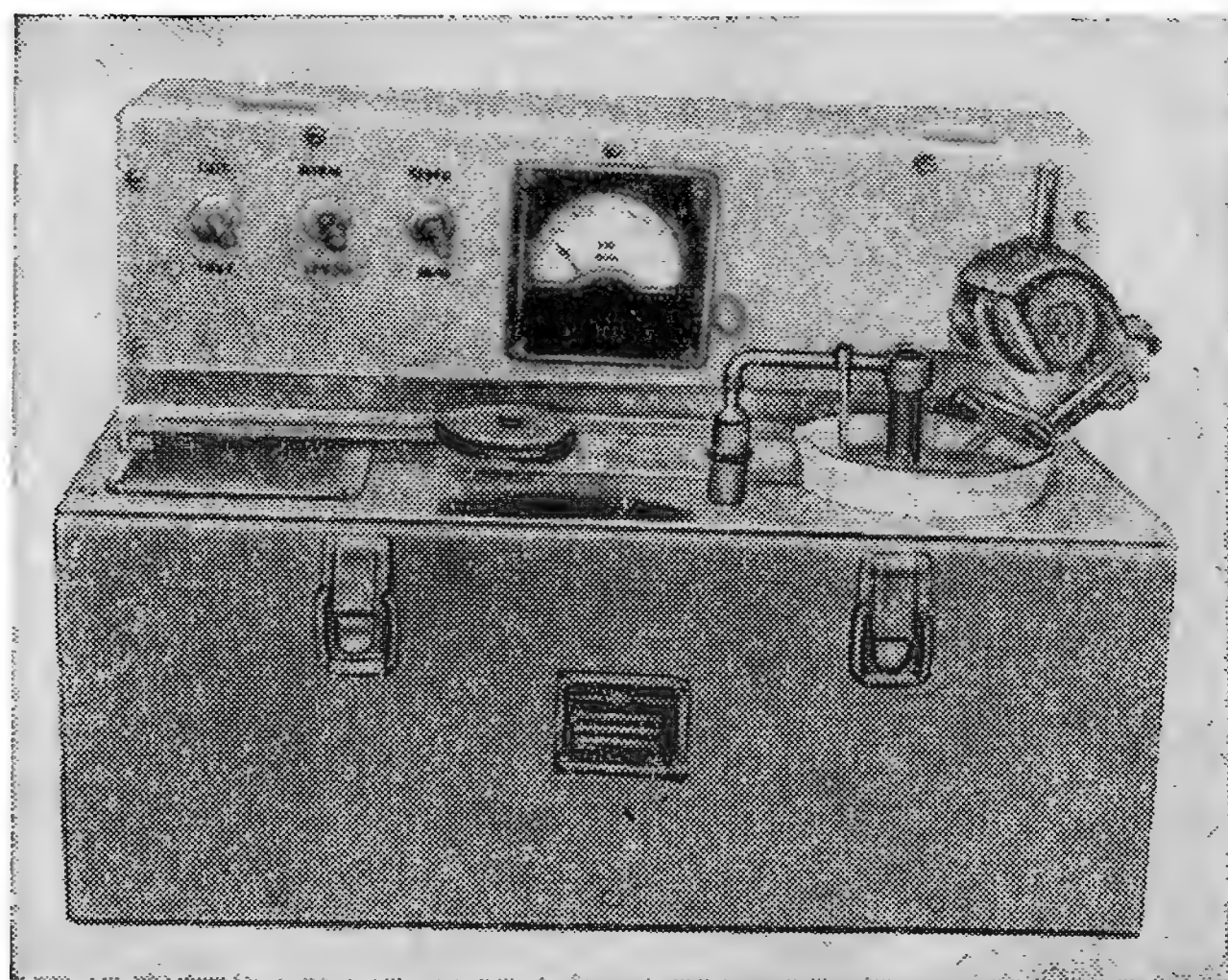


Рис. 121. Внешний вид аппарата, применяемого для заточки металлических микроэлектродов.

ком вверх помещают в сушильный шкаф и выдерживают при температуре  $180^{\circ}$  в течение 2 часов. Затем электрод охлаждают и вновь повторяют покрытие с последующей термообработкой. У приготовленного таким образом электрода самый кончик обычно бывает лишен изоляции. Вся остальная поверхность электрода (кроме толстого конца, который лаком не покрывают), должна быть проверена на полноту изоляции. Для этого электрод проводят через тонкую пластинку из агар-агара на физиологическом растворе, к которой подключен один из полюсов источника постоянного тока (батарея, аккумулятор). Другой полюс подключают к толстому концу электрода. В цепь последовательно включают омметр, по показаниям которого судят о полноте изоляции. В отличие от стеклянных металлические микроэлектроды можно использовать повторно.

**Рекомендация к оформлению работы:** Зарисуйте блок-схему установки для микроэлектродных исследований.

**Ответьте на вопросы:** 1. Можно ли для внутриклеточных исследований изменения мембранного потенциала воспользоваться следующими сочетаниями приборов: а) высокочувствительным усилителем переменного тока с катодным повторителем и катодным осциллографом с собственным усилителем постоянного тока (низкой чувствительности); б) высокочувствительным усилителем постоянного тока с катодным повторителем и катодным осциллографом с собственным усилителем переменного тока; в) высокочувствительным усилителем постоянного тока без катодного повторителя и катодным осциллографом с собственным усилителем постоянного тока (низкой чувствительности)? 2. Стеклянный микроэлектрод имеет сопротивление 100 ком. Можно ли воспользоваться им для внутриклеточных отведений?

---

#### РАБОТА 9 (82)

#### ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ (МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ) КЛЕТКИ

---

**Цель работы:** Познакомиться с методом теоретического вычисления величины мембранного потенциала и непосредственного измерения его в опыте.

Между наружной и внутренней поверхностью мембраны клетки существует разность потенциалов, составляющая, примерно, 50—90 мв. При этом внутренняя поверхность мембраны несет отрицательный заряд по отношению к ее наружной поверхности. Разность потенциалов создается и поддерживается

за счет разной концентрации ионов внутри и вне клетки. Известно, что в протоплазме мышечных и нервных клеток концентрация ионов  $K^{+}$  в 30—40 раз больше, ионов  $Na^{+}$  в 8—10, а ионов  $Cl^{-}$  в 15—30 раз меньше, чем в окружающей клетку среде (см. приложение, табл. X). Кроме того, внутри клетки содержится большое количество органических анионов (примерно 150 мкмоль на 1 л внутриклеточной воды), несущих отрицательный заряд ( $A^{-}$ ). Эта ионная асимметрия поддерживается за счет свойств ионов (их относительная подвижность, размеры, конфигурация, величина гидратных оболочек), свойств мембраны (различная проницаемость для разных ионов) и за счет особого механизма трансмембранного перемещения ионов, поддерживающего в клетке высокую концентрацию одних и низкую концентрацию других ионов. Этот механизм осуществляет активный перенос через мембрану ионов  $Na^{+}$  и  $K^{+}$  против их градиентов концентрации, за что он получил название «натриево-калиевой помпы». Мембрана клетки непроницаема для высокомолекулярных анионов и в состоянии покоя трудно проницаема для ионов  $Na^{+}$ , проницаемость которых в 50 раз ниже, чем ионов  $K^{+}$ .

Схематически механизм поддержания на мембране клетки относительно стабильной разности потенциалов можно представить следующим образом. Предположим, что под влиянием какой-то причины (например, под воздействием подпорогового раздражителя) произошло незначительное местное изменение мембранного потенциала от  $-90$  до  $-85$  мв. Тогда восстановление его исходного уровня будет сопряжено с таким перемещением через мембрану основных ионов, в процессе которого положительный заряд наружной и отрицательный заряд ее внутренней поверхности будут возрастать, пока разность между ними вновь не достигнет  $-90$  мв.

1. Ионы  $K^{+}$  благодаря высокой внутриклеточной концентрации, большой подвижности и проницаемости будут диффундировать через мембрану во внеклеточную среду. В результате количество положительных зарядов на внутренней поверхности мембраны будет уменьшаться, а на наружной — возрастать. Следовательно, внутренняя поверхность относительно наружной будет приобретать отрицательный заряд.

2. Высокомолекулярные органические анионы ( $A^{-}$ ), заряд которых внутри клетки был нейтрализован присутствием ионов  $K^{+}$ , вследствие выхода их в окружающую среду также будут сообщать внутренней поверхности мембраны дополнительный отрицательный заряд.



В силу электростатического влияния положительно заряженной наружной поверхности мембраны анионы перемещаются и располагаются у ее внутренней поверхности, так как не могут покинуть клетку из-за своих больших размеров.

3. Перемещение ионов  $K^+$  будет совершаться до тех пор, пока положительный потенциал на наружной поверхности мембраны не достигнет величины, способной воспрепятствовать (в силу отталкивания одноименных зарядов) дальнейшему выходу ионов  $K^+$  из клетки. Следовательно, в какой-то момент процесс диффузии по градиенту концентрации будет ограничиваться электростатическими силами. Это рассматривается как механизм саморегулирования процесса перемещения ионов  $K^+$  по принципу отрицательной обратной связи. В результате создается состояние динамического равновесия между количеством ионов  $K^+$ , покинувших клетку и вошедших в нее. Величина установившейся за счет ионов  $K^+$  трансмембранной разности потенциалов  $K^+$  определяет потенциал равновесия для данного иона.

4. Ионы  $Cl^-$  ведут себя подобно ионам  $K^+$  с той лишь разницей, что в разбираемой условной ситуации в силу высокой наружной концентрации они будут перемещаться внутрь клетки. Диффузия ионов  $Cl^-$  в свою очередь приведет к еще большему возрастанию положительного заряда наружной и отрицательного заряда внутренней поверхности мембраны. Аналогично примеру с  $K^+$  в какой-то момент для данного иона также будет достигнут потенциал равновесия и механизм отрицательной обратной связи ограничит дальнейшую направленную диффузию ионов  $Cl^-$ .

5. Наступающее при этом динамическое равновесие носит сложный характер, так как устанавливается оно не только за счет взаимодействия трансмембранно перемещающихся одноименных ионов, но и за счет взаимодействия разноименных ионов.

6. Потенциал, устанавливающийся на мембране в момент достижения равновесного состояния, и является потенциалом покоя, или мембранным потенциалом клетки. Теоретически (с учетом схематизации и упрощения процессов) его величина должна определяться соотношением концентраций обоих ионов:

$$\frac{[K^+] \text{ внутри}}{[K^+] \text{ снаружи}} = \frac{[Cl^-] \text{ снаружи}}{[Cl^-] \text{ внутри}}.$$

Однако было показано, что определяющая роль в создании потенциала покоя принадлежит ионам  $K^+$ . Это подтверждается тем, что рассчитанная по уравнению Нернста на основе учета только отношения концентраций ионов

$K^+$  величина мембранного потенциала мышечного волокна оказалась близкой (90 мв) к величине, полученной в опыте прямым внутриклеточным измерением потенциала (70 мв).

7. Некоторое расхождение результатов теоретических расчетов (по концентрации ионов  $K^+$ ) с данными эксперимента объясняется тем, что в возникновении потенциала покоя принимают участие также ионы  $Na^+$ . Хотя проницаемость ионов  $Na^+$  в 50 раз ниже, чем ионов  $K^+$ , все же какое-то количество  $Na^+$  проникает в клетку по градиенту концентрации. Это приводит к уменьшению положительного заряда на наружной поверхности мембраны и отрицательного заряда на ее внутренней поверхности. В результате истинная величина мембранного потенциала оказывается несколько меньше, чем величина, получаемая путем расчетов по калию.

8. Как показали расчеты и экспериментальные наблюдения, существенному повышению концентрации ионов  $Na^+$  внутри клетки препятствует механизм активного трансмембранного перемещения их из клетки в межклеточную среду. Аналогичный механизм в свою очередь поддерживает и высокую внутриклеточную концентрацию ионов  $K^+$ . Характерной особенностью этих механизмов является их способность перемещать ионы против градиента концентрации и вопреки действию электростатических сил.

### Задача 1.

#### Теоретическое вычисление величины мембранного потенциала

Изложенные выше представления показывают, что мембранный потенциал в основном создается за счет разности концентраций по обе стороны мембраны ионов  $K^+$ . Следовательно, в первом приближении, в тех случаях когда не требуется высокая точность расчетов, величину мембранного потенциала можно вычислить по уравнению Нернста, основываясь на концентрации калия:

$$E_m = \frac{RT}{nF} \ln \frac{[K^+]_в}{[K^+]_с},$$

где  $E_m$  — потенциал мембраны,  $R$  — газовая постоянная = 8,316 джоуля на градус.

$T$  — абсолютная температура (поскольку  $273^\circ K = 0^\circ C$ , то, следовательно,  $T = 273 + t$ , где  $t$  — температура, при которой определялась концентрация ионов).

$n$  — валентность иона (в данном случае — 1).

$F$  — число Фарадея = 96 500 кулонов.

$[K^+]_в$  и  $[K^+]_с$  — концентрация ионов калия соответственно внутри и снаружи клетки.



Примем, что определение концентрации ионов проводилось на мышечном волокне скелетной мышцы лягушки при 18°C, а полученные результаты показали:

$$\frac{[K^+]_в}{[K^+]_с} = 30.$$

Тогда, переходя на численные значения и десятичные логарифмы получаем:

$$E = \frac{8,316 \times 291}{96\,500} 2,3 \lg \frac{[K^+]_в}{[K^+]_с} =$$

$$= 0,058 \lg \frac{[K^+]_в}{[K^+]_с} \text{ (в вольтах),}$$

$$\text{или } 58 \lg \frac{[K^+]_в}{[K^+]_с} \text{ мВ.}$$

Отсюда:  $58 \times \lg 30 = 58 \times 1,48 = 85,8 \text{ мВ.}$

Следовательно, разность потенциалов между внутренней и наружной поверхностью мембраны одиночного мышечного волокна, или мембранный потенциал (потенциал покоя), при данном соотношении концентраций ионов  $K^+$  составляет 85,8 мВ.

Потенциал берется со знаком минус, так как при внутриклеточном отведении он имеет отрицательный знак по отношению к наружной поверхности клетки и окружающим невозбужденным тканям.

## Задача 2.

### Измерение мембранного потенциала одиночного мышечного волокна скелетной мышцы лягушки

Величина мембранного потенциала может быть измерена в опыте. Для этого требуется войти внутрь клетки микроэлектродом и с помощью усилителя постоянного тока зарегистрировать разность потенциалов между внутренней частью клетки и окружающими тканями. При этом о существовании разности потенциалов будет говорить скачок потенциала, возникающий в момент прокола микроэлектродом мембраны клетки. Этот скачок потенциала вызывает резкое смещение луча осциллографа с изоэлектрической линии. Схематически это изображено (на экране катодного осциллографа) на рис. 118. На рис. 122 представлены записи момента проникновения микроэлектрода внутрь нервной клетки коры мозга кошки (А) и внутрь мышечного волокна скелетной мышцы кошки (Б).

Для работы необходимы: усилитель постоянного тока с катодным повторителем (УПТ1-02), катодный осциллограф с усилителем

постоянного тока (например, ЭМОФ2-01 или С1-19А), заранее заготовленные и заполненные 3М раствором КС1 стеклянные микроэлектроды с диаметром кончика порядка 0,5—0,7 мк, микроманипулятор, неполяризуемый электрод, камера из органического стекла для

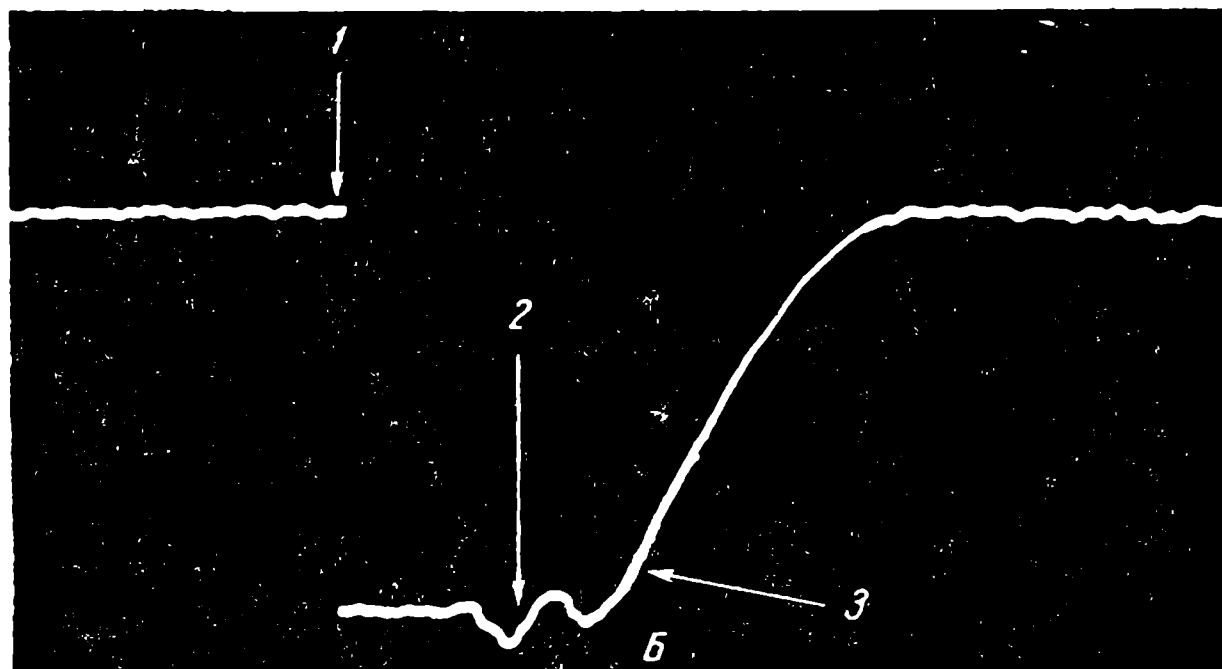
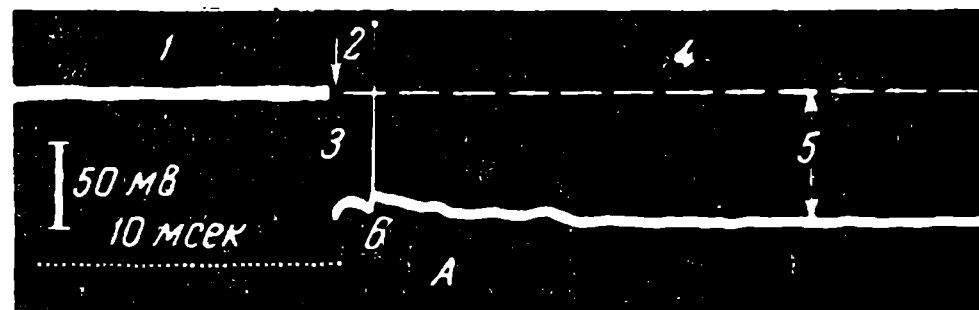


Рис. 122. Внутриклеточное отведение биопотенциалов от нервной (А) и мышечной (Б) клетки.

А — мембранный потенциал, возбуждающие постсинаптические потенциалы и разряды (потенциалы действия) пирамидной клетки коры мозга: 1 — внеклеточная запись; 2 — момент вхождения микроэлектрода в клетку; 3 — скачок потенциала; 4 — линия, определяющая исходное (нулевое) значение потенциала; 5 — величина разности потенциалов между внутренней и наружной поверхностью мембраны (мембранный потенциал); 6 — одиночный спонтанный разряд клетки, происходящий на вершине возбуждающего постсинаптического потенциала; Б — внутриклеточное отведение биопотенциала поперечнополосатой мышечной клетки кошки: 1 — прокол мембраны и момент вхождения микроэлектрода внутрь клетки; 2 — колебания, связанные с давлением микроэлектрода на внутреннюю поверхность мембраны мышечной клетки; 3 — момент прокола мембраны и выхода микроэлектрода из клетки.

помещения и фиксации препарата, набор препаровальных инструментов, 1% раствор кура-ре или 5% раствор диплацина, минеральное масло, раствор Рингера, лягушка.

**Проведение работы.** Прежде чем приступить к подготовке опыта, следует включить усилитель постоянного тока, так как он должен предварительно прогреться в течение 1 часа.

Готовят препарат *m. sartorius* лягушки. Так как кончик электрода имеет незначительную прочность, то в случае сокращения мышцы он легко ломается. С другой стороны, при сокращении мышцы электрод, введенный в отдельное волокно, может сильно разрушить мембра-

ну и зарегистрировать потенциал не удастся. Поэтому важно понизить возбудимость мышцы и закрепить препарат на специальном столике. Можно провести опыт и на мышечной полоске, вырезанной из мышцы, но и в этом случае требуется ее хорошо зафиксировать. Для того чтобы понизить возбудимость мышцы, ее опускают в 1% раствор кураре, при этом блокируется передача возбуждения в области концевых пластинок с терминалей аксонов двигательных нейронов на мышечные волокна.

После кураризации препарат закрепляют на маленьком столике и помещают в ванночку с минеральным маслом или раствором Рингера. Укрепляют выносной катодный повторитель на микроманипуляторе. Фиксируют электрод в держателе катодного повторителя и через специальный агар-агаровый мостик соединяют электролит, заполняющий микроэлектрод, со входом катодного повторителя. Индифферентный неполяризующийся электрод располагают на поверхности препарата. Если применена заливка препарата маслом, обращают особое внимание на контакт электрода с объектом. Подводят с помощью микроманипулятора электрод к препарату и легким, но отрывистым движением погружают электрод в ткань мышцы. Иногда после введения электрода в мышцу прибегают к легкому отрывистому удару по головке микроманипулятора. Это способствует лучшему прохождению электрода через мембрану волокна. Если при первом введении попасть внутрь клетки не удалось или кончик электрода, пройдя клетку, вновь вышел из нее (на это укажет скачок потенциала, а затем быстрое возвращение луча на изолинию), операцию повторяют. В случае успеха на экране осциллографа будет виден скачок потенциала. При этом луч осциллографа сместится с изолинии и будет продолжать движение на новом уровне. Измеряют интервал между уровнем, на котором находился луч до вхождения электрода в клетку, и уровнем, на который он переместился при введении электрода внутрь клетки. Сравнивая величину этого интервала с калибровочным сигналом, определяют величину мембранного потенциала в милливольтках.

**Рекомендация к оформлению работы:** Зарисуйте кривую, наблюдаемую на экране осциллографа в момент проникновения микроэлектрода в клетку, и обозначьте на ней интервал, характеризующий величину мембранного потенциала.

**Ответьте на вопрос:** Как отразится на величине мембранного потенциала искусственное увеличение концентрации ионов  $K^+$  внутри клетки?

---

## РАБОТА 10 (83)

### ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ КЛЕТКИ

---

**Цель работы:** Познакомиться с методами теоретического вычисления амплитуды потенциала действия и отведения его от отдельных клеток в опыте.

В опытах с внутриклеточной регистрацией биоэлектрической активности мышечных и нервных клеток было найдено, что под влиянием их раздражения происходит изменение величины мембранного потенциала. Если на клетку наносить одиночные стимулы (например, удары постоянного тока), то можно наблюдать, что слабые раздражители вызывают кратковременное и незначительное уменьшение мембранного потенциала. Это колебание потенциала наступает с латентным периодом около 1 мсек, а к концу 4—5 мсек от момента стимуляции мембранный потенциал возвращается к исходному уровню (рис. 123, 1—2). Увеличивая силу стимулов, можно наблюдать, что параллельно этому возрастает и амплитуда колебаний мембранного потенциала (рис. 123, 3). Для этих колебаний потенциала покоя мембраны клетки характерно то, что возникают они под стимулирующими электродами и на участках мембраны, непосредственно примыкающих к ним. По мере удаления от стимулирующих электродов эти изменения затухают. Такое локальное колебание потенциала отражает процесс местного возбуждения.

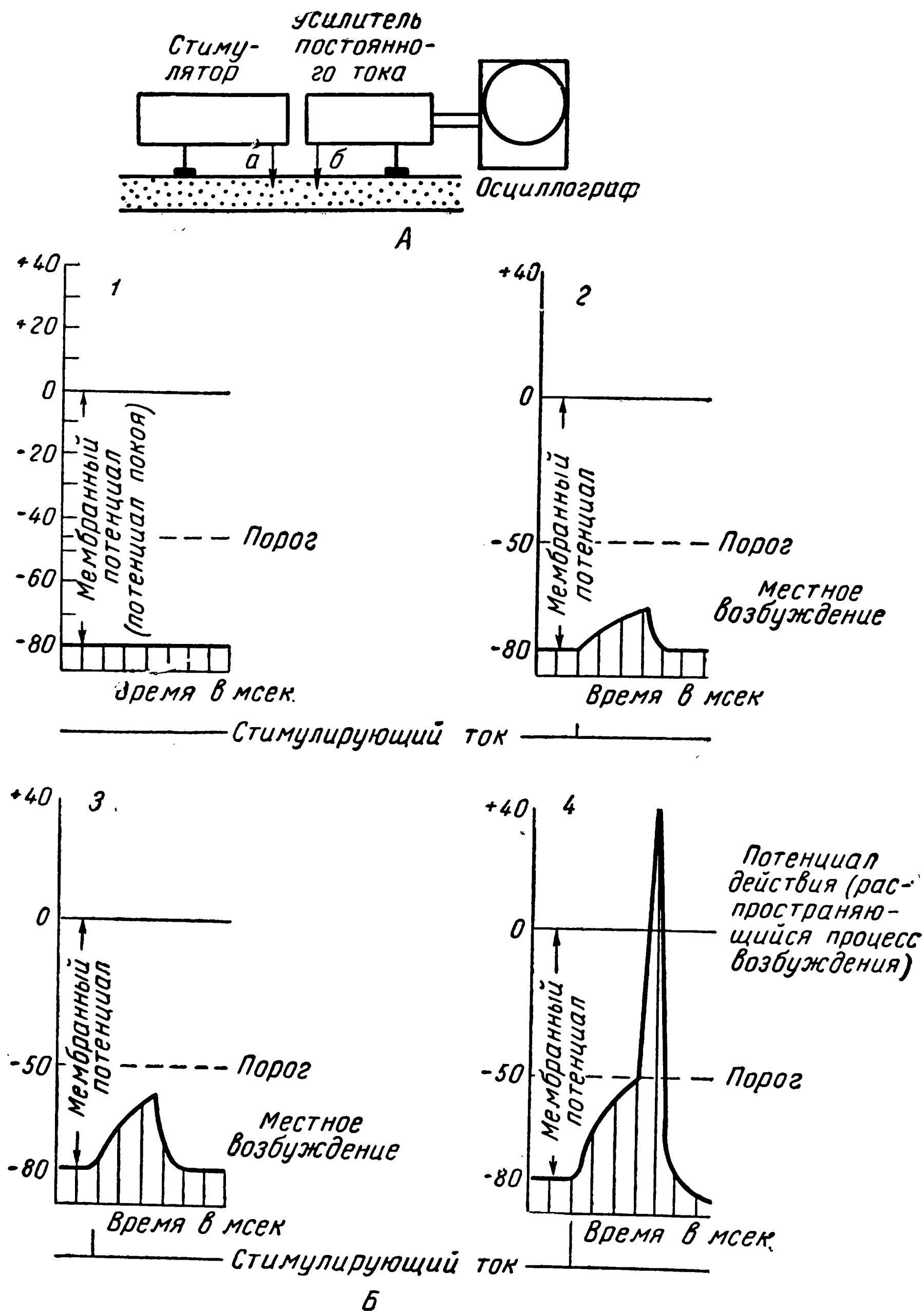
Местное возбуждение (и соответственно местный потенциал) характеризуется рядом специфических свойств: 1) оно не имеет четкого порога; 2) не подчиняется закону «все или ничего»; 3) от места возникновения распространяется незначительно и с декрементом; 4) по механизму представляет собой локальную деполяризацию мембраны клетки.

Местный потенциал (и соответственно местное возбуждение) возникает и при естественном синаптическом возбуждении клетки. В этом случае местный потенциал называют «возбуждающим постсинаптическим потенциалом» (ВПСП). Однако механизм развития местного потенциала в области синапса (ВПСП) и местного потенциала, например мембраны аксона, различен. Вследствие этого они обладают разными характеристиками и смешивать их нельзя.

Когда раздражитель, действующий непосредственно на мембрану клетки, становится достаточно сильным, характер ответа меняется. При этих условиях развивается быстрое, длящееся 1—3 мсек высокоамплитудное пикое-

бразное колебание потенциала, не затухающее в месте своего возникновения, а быстро распространяющееся по всей мембране мышечной клетки, а в нервной клетке выходящее на ее аксон и распространяющееся по всей его длине. Это колебание потенциала получило назва-

ние «потенциал действия» (рис. 123, 4). Потенциал действия (ПД) в нервных клетках представляет собой разряд клетки и связан с развитием процесса распространяющегося возбуждения. Он характеризуется рядом специфических свойств. Потенциал действия (одиноч-



**Рис. 123.** Схематическое сопоставление мембранного потенциала (потенциала покоя), локального потенциала (местного возбуждения) и потенциала действия (распространяющегося возбуждения) одиночного нервного волокна.

**А** — схема установки для внутриклеточной стимуляции и регистрации потенциалов: **а** — стимулирующий и **б** — отводящий микроэлектроды; **Б** — изменения ответной электрической реакции нервного волокна в зависимости от роста, (1—4), силы стимула (амплитуда потенциалов дана в мВ).



ного нервного или мышечного волокна) обладает четким порогом; подчиняется закону «все или ничего»; распространяется по всей поверхности мембраны; его амплитуда превышает величину мембранного потенциала на 30—50 мв; при экстраклеточном отведении он пред-

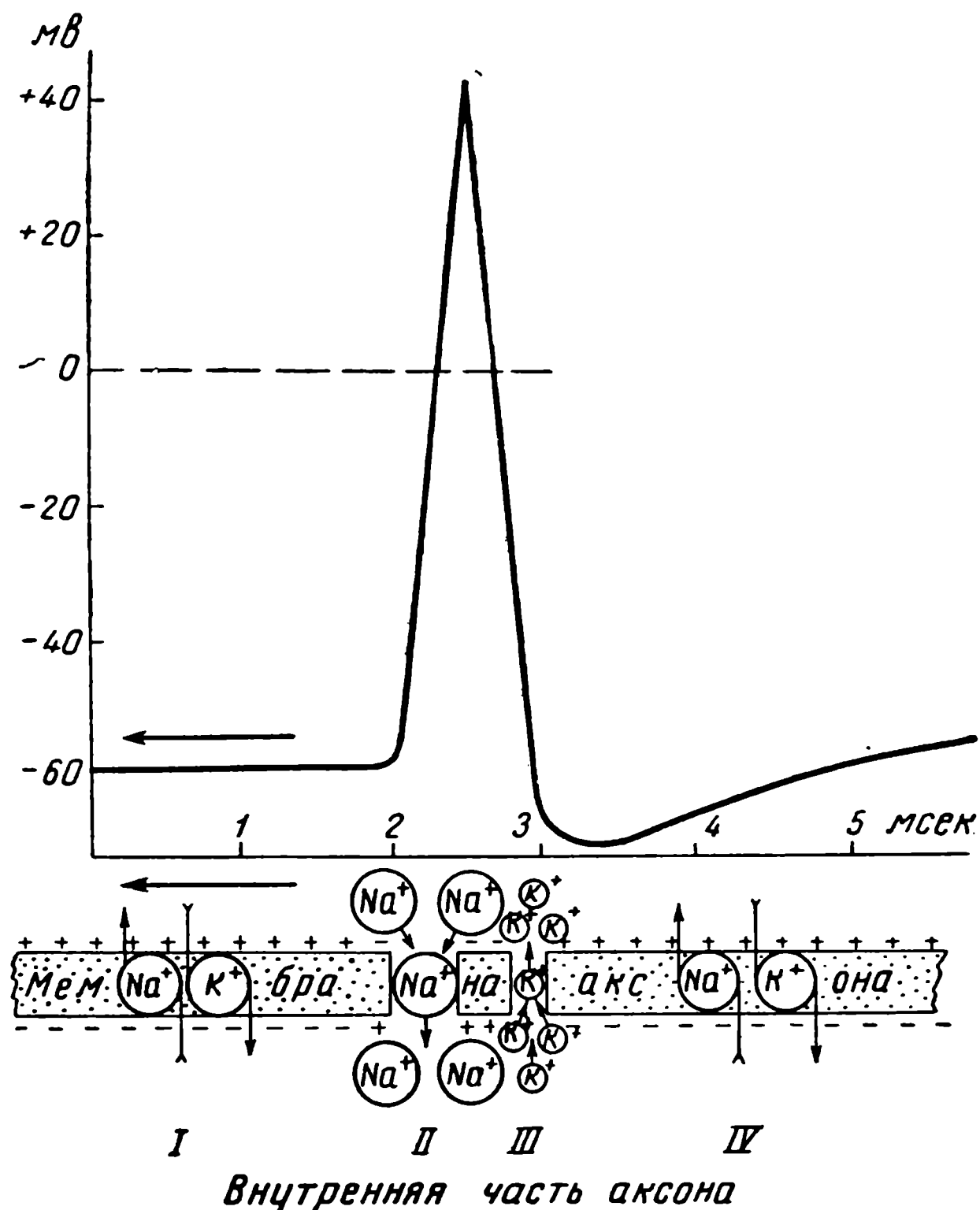


Рис. 124. Схематическое сопоставление потенциала действия с изменениями проницаемости мембраны аксона (пояснения в тексте).

ставляет собой отрицательное колебание потенциала. ПД генерируется мембраной клетки и при синаптической активации, когда возникающий ВПСП достигает порога разряда клетки.

Ионные механизмы возникновения ПД состоят в следующем.

1. Под влиянием порогового стимула (или пороговой величины возбуждающего постсинаптического потенциала) резко повышается проницаемость клеточной мембраны для ионов  $\text{Na}^+$  (рис. 124) и они лавинообразно устремляются по градиенту концентрации внутрь клетки. При этом они уносят с наружной поверхности мембраны положительные заряды, а проникая внутрь клетки, нейтрализуют отрицательный заряд внутренней поверхности мембраны. В результате разность потенциалов между внутренней и наружной поверхностью мембраны круто снижается и доходит до нуля.

2. Однако на этом перераспределении зарядов на мембране не остается. Ионы  $\text{Na}^+$  продолжают стремительно проникать через мембрану, и концентрация их в клетке резко возрастает. В результате внутренняя поверхность мембраны приобретает положительный заряд. Такое устранение исходной поляризации мембраны и изменение знака заряда ее наружной и внутренней поверхности на противоположный получило название «процесс деполяризации».

3. Одновременно вследствие недостатка положительных зарядов наружная поверхность мембраны (за счет ионов  $\text{Cl}^-$  и анионов  $\text{A}^-$ ) приобретает отрицательный заряд. Таким образом, снова создается разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностью мембраны, но уже с противоположным знаком: наружная поверхность несет отрицательный заряд, внутренняя — положительный. Этот процесс также включается в понятие «деполяризация мембраны». Фаза деполяризации длится от 0,5 до 1,5 мсек, а электрическим эквивалентом ее является восходящая часть кривой потенциала действия (рис. 124).

4. Амплитуда потенциала действия достигает своего пика в момент, когда мембрана снова резко меняет свои свойства и опять становится трудно проницаемой для ионов  $\text{Na}^+$ . К этому моменту амплитуда ПД превышает величину потенциала покоя на 30—50 мв и достигает 100—130 мв. При этом имеется в виду абсолютная величина потенциала действия, отсчет которой ведется от уровня потенциала покоя (например, от —80 мв, как от 0) до максимального значения пикового потенциала. Условно амплитуду ПД можно представить в виде слагаемого двух потенциалов: а) компенсирующего и б) превышающего величину потенциала покоя.

5. Как только поступление ионов  $\text{Na}^+$  в клетку прекращается, начинается следующая фаза перераспределения ионов — бурный выход из клетки  $\text{K}^+$  (см. рис. 124). Перемещаясь по градиенту концентрации и под влиянием электростатических сил ионы  $\text{K}^+$  уносят из клетки положительные заряды и нейтрализуют отрицательный заряд наружной поверхности мембраны. Дальнейшее течение процессов совершается так же, как это было указано при описании механизмов поддержания уровня потенциала покоя (см. стр. 148—149).

6. В результате активного выхода ионов  $\text{K}^+$  из клетки поляризация мембраны вновь падает до 0, а затем на ней восстанавливается исходное распределение зарядов и возникает исходная разность потенциалов (т. е. восстанавливается исходный уровень мембранного

потенциала). Это восстановление исходного состояния поляризации получило название «процесс реполяризации» мембраны. Электрическим эквивалентом этого процесса является угасание потенциала действия, что соответствует нисходящей части кривой пикового потенциала. Фаза реполяризации длится от 0,5 до 1,5 мсек.

Качественной особенностью ПД является его способность к распространению, основой чего служит незатухающее распространение по мембране волны регенеративной деполяризации (т. е. деполяризации с последующей реполяризацией). Если потенциал покоя с известными оговорками можно считать равновесным потенциалом ионов  $K^+$ , то ПД, развиваясь за счет перераспределения  $Na^+$ , стремится к уровню потенциала равновесия для ионов  $Na^+$ . Однако этот уровень полностью не достигается, так как возникающая повышенная натриевая проводимость быстро исчезает.

Таким образом, в первом приближении величину пикового потенциала можно вычислить по уравнению Нернста, основываясь на разности концентраций ионов  $Na^+$ :

$$E_{пд} = \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Na^+]_в}{[Na^+]_с},$$

где  $E_{пд}$  — величина потенциала действия (остальные обозначения и порядок вычисления см. предыдущую работу). Отсюда, принимая, что  $t=18^\circ$ , а отношение

$$\frac{[Na^+]_в}{[Na^+]_с} = \frac{1}{10},$$

получаем:

$$E_{пд} = 58 \lg \frac{[Na^+]_в}{[Na^+]_с} = 58 \lg \frac{1}{10} = -58 \text{ мв.}$$

Потенциал будет иметь отрицательный знак на наружной поверхности мембраны по отношению к ее внутренней поверхности и к окружающим невозбужденным тканям. При внутриклеточном отведении он будет представлять положительное колебание потенциала. В силу того, что при обычных (не внутриклеточных) способах регистрации возбуждение ткани сопровождается развитием в ней отрицательного потенциала, принято оценивать знак ПД отдельных клеток по наружной поверхности мембраны, т. е. считать ПД клетки отрицательным потенциалом.

Полученная путем расчетов величина ПД представляет собой потенциал равновесия для ионов  $Na^+$ , который развивается на мембране после компенсации потенциала покоя. Отсюда абсолютная величина ПД, соответствующая его амплитуде при внутриклеточном отведении, представляет сумму «компенсирующего потен-

циала» (равного потенциалу покоя) и потенциала равновесия для ионов  $Na^+$ . Если предположить, что в разбираемом случае мембранный потенциал равнялся, например, — 62 мв, то внутриклеточный электрод зарегистрировал бы колебание потенциала от —62 мв до +58 мв. И тогда абсолютная величина ПД составила бы: 62 мв + 58 мв = 120 мв.

#### Задача 1.

##### **Вычисление величины потенциала действия отдельной клетки по данным распределения основных электрогенных ионов**

Вычислите абсолютную величину амплитуды потенциала действия нервной клетки, если известно, что распределение ионов  $K^+$  характеризуется отношением 1 : 40, а  $Na^+$  — 1 : 8. Экспериментальное определение концентрации ионов проводилось при  $22^\circ$ .

#### Задача 2.

##### **Внутриклеточное отведение потенциалов действия от мышечного волокна скелетной мышцы лягушки**

Для работы необходимы: установка для микроэлектродных исследований, микроманипулятор, влажная камера, набор препаровальных инструментов, заранее заготовленные и заполненные 3 М раствором KCl стеклянные микроэлектроды для внутриклеточных отведений, лягушка.

**Проведение работы.** Готовят препарат *m. sartorius* лягушки с подходящим к ней двигательным нервом. Препарат помещают во влажную камеру, фиксируя мышцу в растянутом состоянии. Предварительную обработку препарата миорелаксантами проводить не следует. Коммутацию установки, закрепление микроэлектрода на катодном повторителе и введение электрода в одиночное волокно осуществляют так, как описано в работе 9(82), стр. 150—151.

Вводят микроэлектрод внутрь волокна, ориентируясь по возникновению скачка потенциала. После того как электрод будет введен в волокно, переводят осциллограф в ждущий режим работы. До этого момента осциллограф должен работать в непрерывном режиме при внутреннем запуске развертки. Скорость развертки должна быть медленной. Все это необходимо для того, чтобы иметь возможность следить за появлением скачка потенциала при проколе микроэлектродом мембраны мышечного волокна. Подают импульс синхронизации от стимулятора на вход «внешнего запуска» осциллографа. Стимулятор переводят в режим непрерывной генерации с запуском от кнопки. Помещают двигательный нерв на стимулиру-

щие электроды и подключают их к выходу стимулятора. Нанося на нерв вначале одиночные, а затем ритмические стимулы, подбирают их амплитуду и наблюдают на экране осциллографа возникающие потенциалы. Меняя частоту стимуляции, следят за характером наступающих при этом изменений и фиксируют их в протоколе опыта. По калибровочным меткам определяют амплитуду и длительность ПД.

Сравнивают наблюдаемые явления с записями рис. 125(1). На том же рисунке (2) приведена внутриклеточная запись ПД от пирамидного нейрона коры больших полушарий кошки.

### **Задача 3.**

#### **Внеклеточное отведение потенциалов действия от нейронов коры больших полушарий кошки**

Потенциалы действия могут быть зарегистрированы и при внеклеточном отведении, когда отводящий микроэлектрод располагается поблизости от одиночной клетки или группы разряжающихся клеток. При этом для отведения могут быть использованы как металлические, так и стеклянные микроэлектроды с диаметром около 5 мк. Для усиления потенциалов можно применить усилитель переменного тока, причем отводящие электроды могут быть подключены непосредственно ко входу усилителя (без катодного повторителя).

**Для работы необходимы:** установка для микроэлектродных исследований или усилитель УБП1-01 (с наушниками), катодный осциллограф, стимулятор, стереотаксический прибор с микроманипулятором, набор хирургических инструментов, микроэлектроды для внеклеточных отведений, нембутал или хлоралоза, кошка.

**Проведение работы.** Кошку под легким нембуталовым или хлоралозным наркозом (30—40 мг/кг) закрепляют в стереотаксическом приборе [см. раб. 12(107), стр. 194]. Проводят разрез кожи по средней линии головы от лобных пазух до затылка. Тупым путем или с помощью термокаутера отпрепаровывают с одной стороны мышцы. Пользуясь трепаном и костными кусачками, вскрывают черепную коробку, стремясь подойти как можно ближе к лобным пазухам. Вскрывают твердую мозговую оболочку так, чтобы обнажить поверхность коры в области крестовидной борозды (*s. cruciatus*). На задней конечности противоположной стороне вскрытого полушария отпрепаровывают седалищный нерв и помещают его на электроды.

Располагают микроманипулятор так, чтобы кончик микроэлектрода находился над задней крестовидной извилиной (*g. cruciatus posterior*).

Кремальерой грубого перемещения по вертикали подводят электрод к поверхности коры и, когда он коснется ее (это будет отчетливо слышно в наушниках и видно на экране осциллографа), легким движением прокалывают кору. Извлекают электрод из коры, затем вновь опускают его до соприкосновения с ее поверхностью и после этого начинают медленно погружать электрод с помощью кремальеры микрометрического механизма.

При этом стимулятор должен работать в режиме непрерывной генерации, подавая на седалищный нерв сверхпороговые стимулы частотой 0,5—1 гц, а катодный осциллограф — в режиме внутреннего запуска. В период поиска «работающих» (разряжающихся) нейронов лучше пользоваться медленной разверткой, а когда нейрон (или группа нейронов) будет найден, включать более быструю развертку.

Если в процессе однократной проходки коры на глубину 1,8—2 мм «работающий» нейрон не будет найден, всю процедуру следует повторить, причем можно добиться успеха при повторной проходке даже по одному и тому же электродному треку.

На рис. 125 приведены записи активности нейронов коры мозга кошки, проведенные на медленной (4) и быстрой (5) развертках.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте схему установки и составьте протокол опыта. 2. Зарисуйте картину наблюдавшихся явлений и охарактеризуйте их.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как отразится на потенциале действия одиночной клетки искусственное повышение концентрации ионов  $\text{Na}^+$  в окружающей клетку среде? 2. Можно ли по внеклеточной записи ПД (например, запись 4 рис. 125) определить, являются они результатом активности одного или нескольких нейронов?

---

### **РАБОТА 11 (84)**

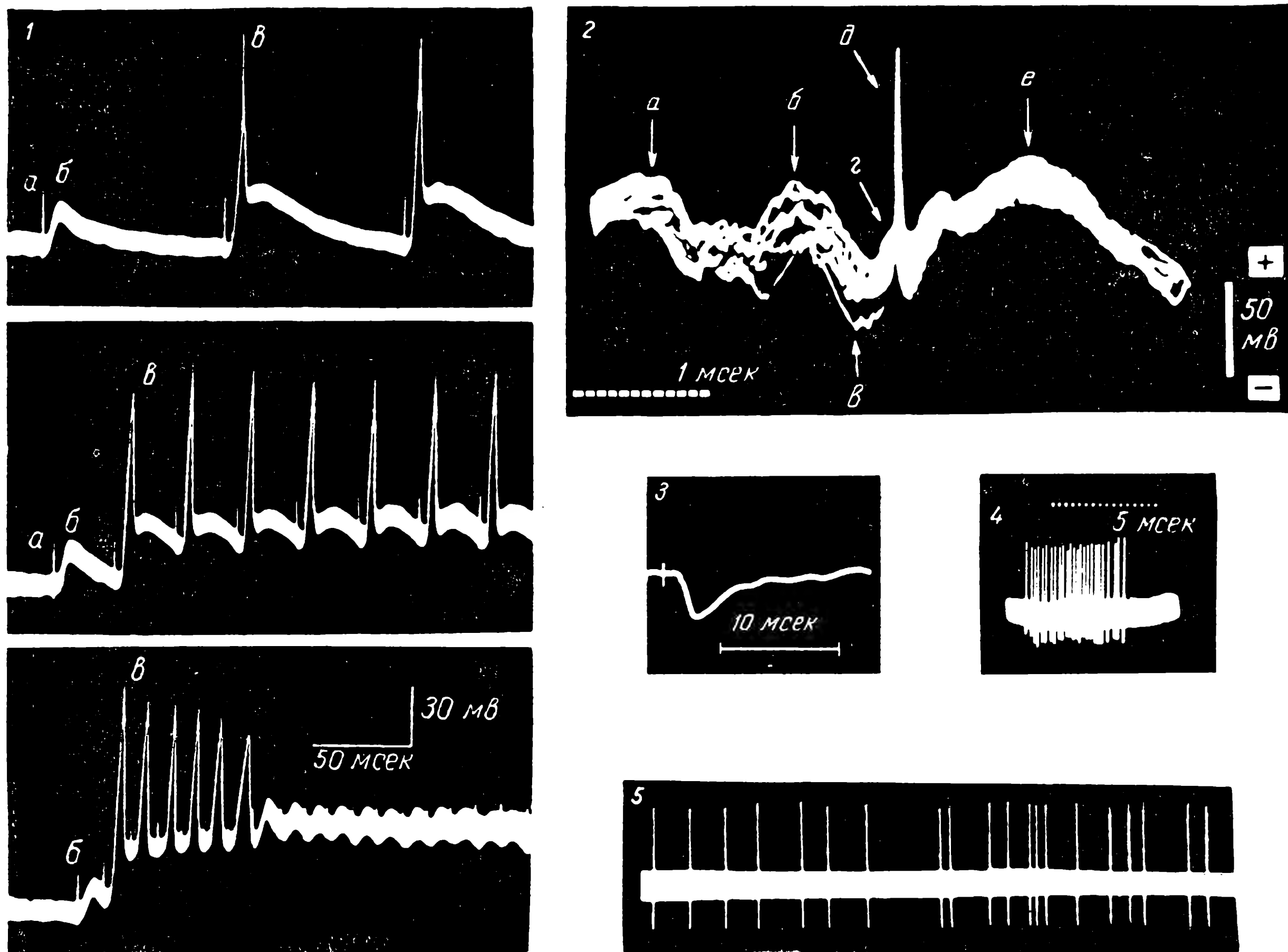
#### **МЕХАНИЗМ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ ВОЗБУЖДЕНИЯ. ВОЗБУЖДАЮЩИЙ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ТОРМОЗНОЙ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ**

---

**Цель работы:** Ознакомиться с техникой регистрации и некоторыми свойствами постсинаптических потенциалов на примере потенциала концевой пластинки мышечного волокна скелетной мышцы лягушки.

Возбуждение с аксона одной нервной клетки на другую и с нервного волокна на мышечное волокно передается с помощью синапсов. Для ряда синапсов, в том числе для концевой двигательной пластинки, доказано участие в





**Рис. 125.** Внутриклеточные (1—3) и внеклеточные (4—5) отведения потенциалов от мышечных и нервных клеток. 1 — внутриклеточное отведение потенциалов от одиночного мышечного волокна поперечнополосатой мышцы (по А. И. Шаповалову): *а* — артефакт раздражения; *б* — потенциал концевой пластинки (ВПСП); *в* — потенциалы действия (ПД) мышечного волокна (частота стимуляции увеличивается от верхней к нижней записи); 2 — внутриклеточное отведение потенциалов от пирамидного нейрона V слоя коры головного мозга кошки: *а* — момент стимуляции седалищного нерва; *б* — деполяризация мембраны клетки; *в* — гиперполяризация мембраны клетки; *з* — возбуждающий постсинаптический потенциал; *д* — потенциал действия (ПД); *е* — следовой деполяризационный потенциал. 3 — тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП) нервной клетки; 4 и 5 — внеклеточные отведения ритмических разрядов нейронов коры больших полушарий головного мозга кошки.

передаче возбуждения химического медиатора. Конечные разветвления аксона, подходя к телу, дендритам или пресинаптическим терминалам аксона другой нервной клетки, образуют небольшое утолщение — синаптическую бляшку. Между синаптической бляшкой и телом клетки имеется узкая синаптическая щель. В двигательном нервно-мышечном синапсе позвоночных ширина этой щели около 500 Å. С одной стороны щель ограничена мембраной синаптической бляшки (пресинаптическая мембрана), с другой — мембраной клетки (субсинаптическая мембрана).

Ионные механизмы ВПСП схематически можно представить следующим образом.

1. Пресинаптический нервный импульс, достигая синаптической бляшки, вызывает выделение из нее в полость синаптической щели медиатора, которым для нервно-мышечного синапса является ацетилхолин. Ацетилхолин из синаптических бляшек выделяется определенными порциями — «квантами». Достигая хеморецептивной субсинаптической мембраны, медиатор резко меняет ее проницаемость прежде всего к ионам  $\text{Na}^+$ .

2. Ионы  $\text{Na}^+$  устремляются внутрь мышечного волокна, нейтрализуя отрицательный заряд внутренней поверхности его мембраны [см. работу 10 (83), стр. 153—154], а затем заряжая ее положительно.

3. Таким образом в области субсинаптической мембраны возникает локальный деполяризационный потенциал, получивший название возбуждающего постсинаптического потенциала (ВПСП). ВПСП в нервно-мышечном синапсе называют также потенциалом концевой пластинки (ПКП). Внешний вид ПКП представлен на рис. 125, 1, б.

4. Если величина ВПСП достигает определенного критического (порогового) уровня, то под влиянием деполяризующего тока, текущего между возбужденной субсинаптической мембраной и прилегающими участками постсинаптической мембраны последние деполяризуются. Эта деполяризация распространяется на всю мембрану мышечного волокна, вызывая его возбуждение. При этом от мышечного волокна отводится пиковый потенциал — потенциал действия. Считают, что сходные явления имеют место в процессе передачи возбуждения с одной нервной клетки на другую.

**ВПСП** отличается рядом специфических свойств. Так, он характерно развивается во времени — сравнительно крутой подъем до максимума (за 1—1,5 мсек) и более медленный, близкий к экспоненте спад (за 3,5—6,1 мсек)<sup>1</sup>. При изменении силы раздражителя меняется амплитуда ВПСП, а длительность остается прежней. В случаях, когда один нейрон подвергается синхронной бомбардировке несколькими пресинаптическими импульсами, развивающийся суммарный ВПСП идентичен арифметической сумме отдельных ВПСП, что является отражением процесса пространственной суммации возбуждения. Таким образом, ВПСП в отличие от ПД представляет собой локальный градуальный потенциал.

Однако возбуждение, переходя с пресинаптических структур на постсинаптические, не обязательно приводит к деполяризации последних. В настоящее время доказано, что во многих синапсах центральной нервной системы передача возбуждения через синапс вызывает гиперполяризацию постсинаптических структур. Одни исследователи считают, что тот или иной эффект зависит от вида медиатора, выделяемого пресинаптическими окончаниями. Другие полагают, что решающую роль играют особые свойства субсинаптической мембраны нейрона и что в зависимости от этого один и тот же медиатор в разных синапсах способен вызывать различные процессы. Локальный гиперполяризационный постсинаптический потенциал вызывает увеличение потенциала покоя клетки. Следовательно, он подавляет или затрудняет развитие ВПСП, а значит, и ПД. Поэтому

данный вид постсинаптического потенциала получил наименование «тормозной постсинаптический потенциал» (ТПСП).

**Ионные механизмы ТПСП** схематически можно представить следующим образом.

1. Под влиянием пресинаптического импульса в тормозных синапсах происходит специфическое изменение проницаемости субсинаптической мембраны только для ионов  $\text{Cl}^-$  и  $\text{K}^+$ .

2. При этом ионы начинают перемещаться по своим электрохимическим градиентам:  $\text{Cl}^-$  внутрь клетки,  $\text{K}^+$  наружу.

3. Проникновение отрицательно заряженных ионов внутрь клетки и выход из нее ионов, несущих положительный заряд, приводят к возрастанию мембранного потенциала. Это возрастание длится до тех пор, пока не достигнет уровня потенциала равновесия для ионов  $\text{K}^+$  и  $\text{Cl}^-$ .

4. Этот равновесный потенциал примерно на 6 мв больше потенциала покоя и для мотонейронов млекопитающих составляет —80 мв.

**ТПСП** отличается рядом специфических свойств. Так, он характеризуется быстрой восходящей фазой и более медленным экспоненциальным спадом. Подобно ВПСП для него характерны явления пространственной суммации и т. д. Иными словами, ТПСП также является локальным градуальным потенциалом. Пример ТПСП дан на рис. 125, 3.

Остается отметить, что было бы неверно ставить знак равенства между деполяризацией и возбуждением и гиперполяризацией и торможением в центральной нервной системе. Например, локальная деполяризация возбуждающих пресинаптических афферентных окончаний на мотонейроне за счет возбуждения расположенных на них пресинаптических аппаратов (синапсов) блокирует их и тем самым инактивирует мотонейрон, тормозит его деятельность. Это так называемое пресинаптическое торможение.

В то же время гиперполяризация какого-либо нейрона (а следовательно, его торможение) может высвободить из-под его влияния другие нейроны, которые в этом случае под воздействием поступающих импульсов могут прийти в состояние возбуждения, что обусловит ту или иную ответную реакцию. Следовательно, решающую роль в нервной системе в формировании ответных реакций и их торможении играют не столько сами по себе процессы деполяризации и гиперполяризации, сколько архитектура взаимных связей нейронов и место и время развития того или другого процесса.

**Для работы необходимы:** установка для микроэлектродных исследований, микроманипулятор, влажная камера, набор препаратовных

<sup>1</sup> Приведены данные J. Eccles (1964) для мотонейронов млекопитающих.

инструментов, заранее заготовленные и заполненные 3 М раствором KCl стеклянные микроэлектроды для внутриклеточных отведений, лягушка.

**Проведение работы.** Готовят препарат *m. sartorius* лягушки с подходящим к ней двигательным нервом. Фиксируют мышцу в растянутом состоянии и помещают препарат во влажную камеру. Предварительную обработку препарата миорелаксантами проводить не следует.

Коммутацию установки, закрепление микроэлектрода на катодном повторителе и введение электрода в одиночное мышечное волокно осуществляют так, как описано в работе 9 (82).

Вводят микроэлектрод внутрь волокна, ориентируясь по возникновению скачка потенциала. Осциллограф при этом должен работать в непрерывном режиме при внутреннем запуске развертки. После того как электрод будет введен в волокно, переводят осциллограф в ждущий режим работы.

Подают импульс синхронизации от стимулятора на вход «внешнего запуска» осциллографа и переводят стимулятор в ждущий режим работы с запуском от кнопки. Перемещают нерв на стимулирующие электроды и подключают их к выходу стимулятора. Нанося на нерв одиночные стимулы, варьируют их амплитуду и наблюдают на экране осциллографа возникающие потенциалы. Если вслед за стимулом возникает высокоамплитудный ПД мышечного волокна, снижают силу стимула, стараясь подобрать ее так, чтобы в ответ на раздражение возникал только потенциал концевой пластинки, т. е. ВПСП (см. рис. 125, 1, б).

В случаях, когда ПКП выражен плохо, а ПД регистрируется хорошо, следует изменить локализацию микроэлектрода, введя его в соседний участок или глубже в мышцу. Обычно ПКП плохо регистрируется в тех случаях, когда электрод попадает в область, удаленную от двигательной пластинки.

По калибровочным меткам определяют амплитуду ПКП, при которой происходит генерация ПД, а также его длительность. Составляют протокол опыта.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Нарисуйте схему установки и примерную картину наблюдавшихся Вами потенциалов и охарактеризуйте их. 2. Объясните механизмы наблюдавшихся явлений.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какой процесс в нервной или мышечной клетке может быть охарактеризован (в первом приближении) формулой:

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Na^+]_в}{[Na^+]_с} ?$$

Обозначения те же, что и в формуле, приведенной в работе 9 (82). 2. Может ли быть этот процесс связан с синаптической передачей возбуждения? 3. Исходный уровень мембранного потенциала у одной клетки составлял —72 мВ, а у другой — 68 мВ. Обе клетки подверглись гиперполяризации до одинакового конечного уровня. У какой из них ТПСП будет иметь меньшую амплитуду?

---

#### РАБОТА 12 (85)

#### ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ НЕРВНОГО СТВОЛА

---

**Цели работы:** 1. Освоить технику униполярного и биполярного отведения потенциалов действия нерва. 2. Проследить в опыте, как меняется форма потенциала в зависимости от способа отведения: униполярного, биполярного, при помещении нерва в изолирующую среду и *in situ*.

Потенциал действия (ПД) нервного ствола создается за счет алгебраической суммации ПД отдельных нервных волокон, образующих нерв. По своим свойствам ПД нерва во многом качественно отличается от потенциалов действия отдельных волокон. Он не подчиняется закону «все или ничего», а, напротив, проявляет градуальную зависимость от силы стимула; отличается своим порогом, амплитудой, скоростью распространения, характером регистрируемой кривой и рядом других свойств.

Характер кривой ПД нерва во многом определяется условиями его отведения. В зависимости от того, отводится ли он с помощью двух или одного активного электрода, *in situ* или в искусственных условиях, находится нерв в непроводящей среде (залит маслом, приподнят в воздух) или окружен электролитом, форма кривой потенциала действия меняется. Поэтому в практике лабораторных исследований большое значение приобретает умение определять, чем вызвано то или другое изменение характера потенциала: отражает оно физиологические процессы или связано с условиями отведения или является результатом побочных поляризационных явлений.

Существует два основных способа отведения потенциала действия нерва: 1) когда оба электрода располагают на неповрежденной поверхности нерва (биполярное отведение), а потенциал действия регистрируется в виде двухфазного колебания (рис. 126, 1, д); 2) когда на неповрежденном участке нерва располагают только один из отводящих электродов, а другой помещают на умерщвленный участок нерва (рис. 126, 2) или на какой-либо неактивной тка-



ни (униполярное отведение). Регистрируемый при этом ПД имеет вид однофазного (монофазного) колебания (рис. 126, 2, д).

Схема, представленная на рис. 126, поясняет механизм возникновения этих колебаний и причину существующих между ними различий.

отведения (рис. 126, 2). Рассуждая аналогичным образом, нетрудно проследить формирование кривых при уни- и биполярном отведении и в остальные моменты распространения ПД (рис. 126, В, Г, Д). Только при этом не следует упускать из виду, что при униполярном отведе-

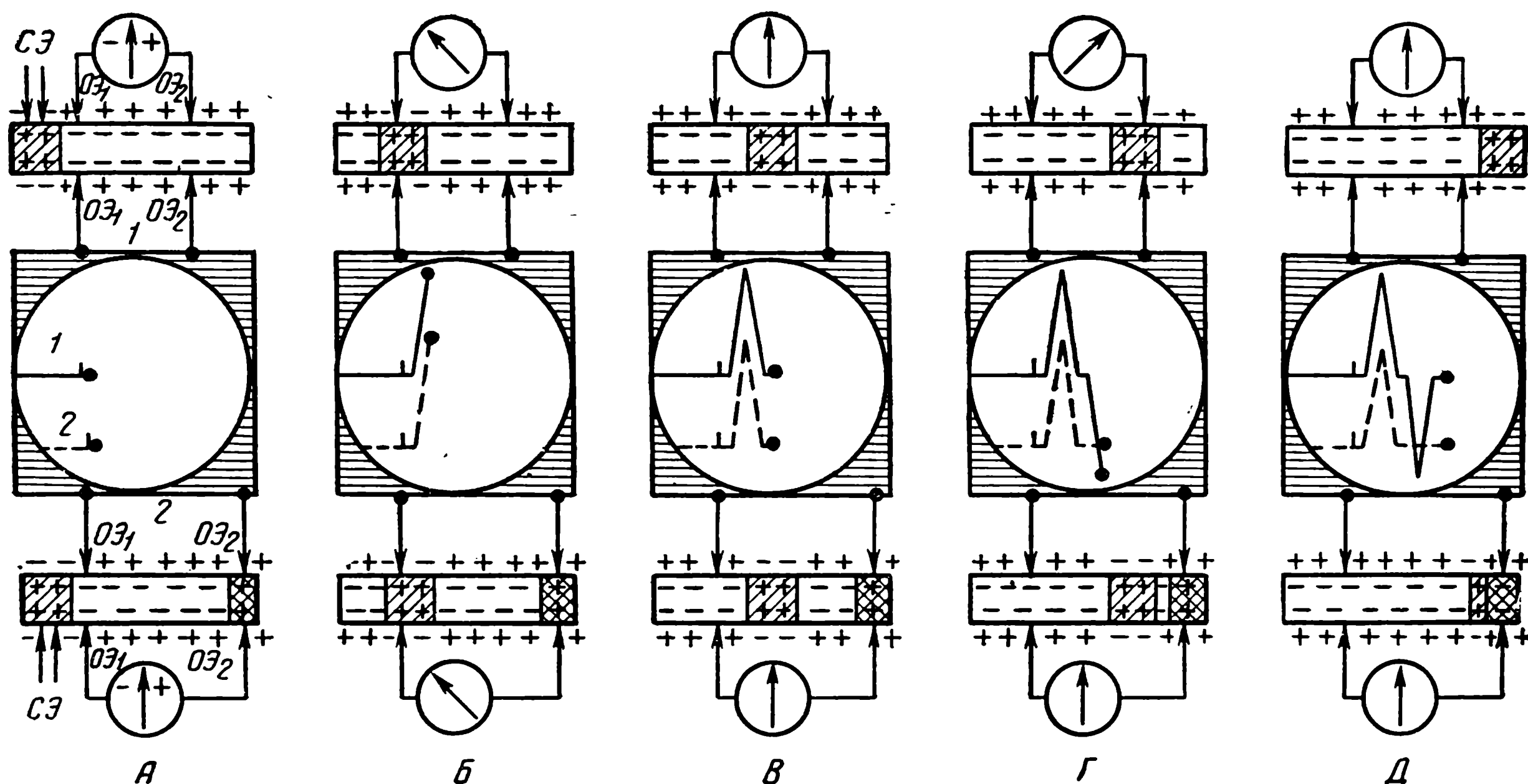


Рис. 126. Схема механизма формирования кривой потенциала действия нерва (в непроводящей среде) при биполярном (1) и униполярном (2) способах отведения (пояснения в тексте).

Под влиянием раздражения, наносимого с помощью стимулирующих электродов (рис. 126, А, СЭ), в нерве возникает волна возбуждения. Перемещаясь вдоль нерва, она достигает первого из отводящих электродов. Так как возбужденный участок электроотрицателен по отношению к невозбужденным и вследствие того, что второй из отводящих электродов (ОЭ<sub>2</sub>) расположен на покоем участке, между отводящими электродами возникает разность потенциалов, под влиянием которой луч катодного осциллографа будет отклоняться, регистрируя отрицательное колебание потенциала (рис. 126, 1, Б). В зависимости от того, как подключены отводящие электроды ко входу усилителя осциллографа, это колебание может быть направлено вверх или вниз от изолинии. Обычно принято так подключать отводящие электроды, чтобы отрицательное колебание отклоняло луч вверх.

В силу тех же причин в цепи гальванометра потечет ток в направлении от «+» к «—», что вызовет отклонение стрелки влево. В этот момент распространения ПД те же самые отношения наблюдаются и при униполярном способе

нии второй электрод (ОЭ<sub>2</sub>) расположен на мертвой ткани. Волна возбуждения, достигая этого участка ткани, гаснет, и, естественно, противоположно направленной разности потенциалов между отводящими электродами в этом случае не возникает (рис. 126, 2, Д).

Приведенные схемы отражают механизм формирования потенциалов в условиях, когда нерв помещен в непроводящую среду. В естественных условиях, когда нерв окружен тканями, и в искусственных условиях, при помещении его в электролит, процессы формирования потенциалов протекают более сложно.

На рис. 127 приведена схема формирования кривой потенциала действия при униполярном способе отведения для тех случаев, когда отведение осуществляется *in situ* (или когда нерв находится в проводящей среде, например во влажной камере). Индифферентный электрод располагают в отдаленной точке проводящей среды или помещают на неактивной ткани. При отведении в таких условиях приходится учитывать ряд факторов, не играющих роли в случае, когда нерв окружен непроводящей средой.

1. Распространение потенциала по нерву свя-

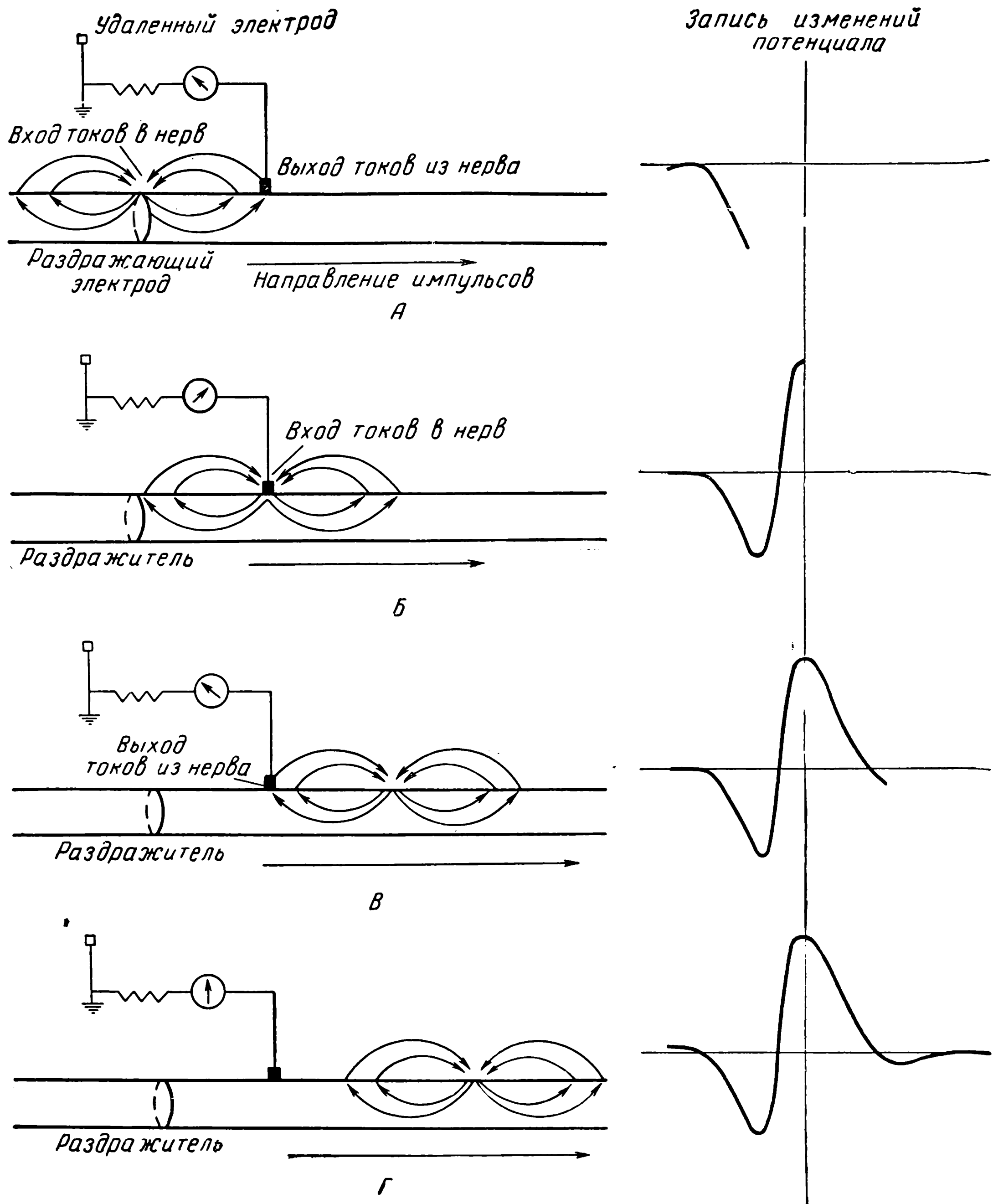


Рис. 127. Схема формирования кривой потенциала действия нерва (в проводящей среде или при отведении in situ) при униполярном способе отведения (пояснения в тексте). По М. Brazier.

зано не только с трансмембранными перемещениями ионов в отдельных волокнах, но и с перемещением их от неактивных участков к активным и обратно (анионы перемещаются к покоему участку, катионы — к возбужденным).

2. Распространение потенциала сопровождается возникновением местных токов между нер-

вом и окружающими тканями. В фазу деполяризации мембран токи текут по направлению к нерву, а в фазу реполяризации — в обратном направлении. Проходя через окружающие ткани, они вызывают появление вторичных полюсов, которые в свою очередь влияют на динамику местных потенциалов и на характер электрического поля, возникающего вокруг нерва.

3 Схема А (рис. 127) показывает, что изменение потенциала под отводящим электродом наступает еще до того момента, как волна возбуждения достигнет его. В это время местные токи по наружной поверхности устремляются к возбужденному участку и там входят в нерв. Внутри же нерва ток течет в противополо-

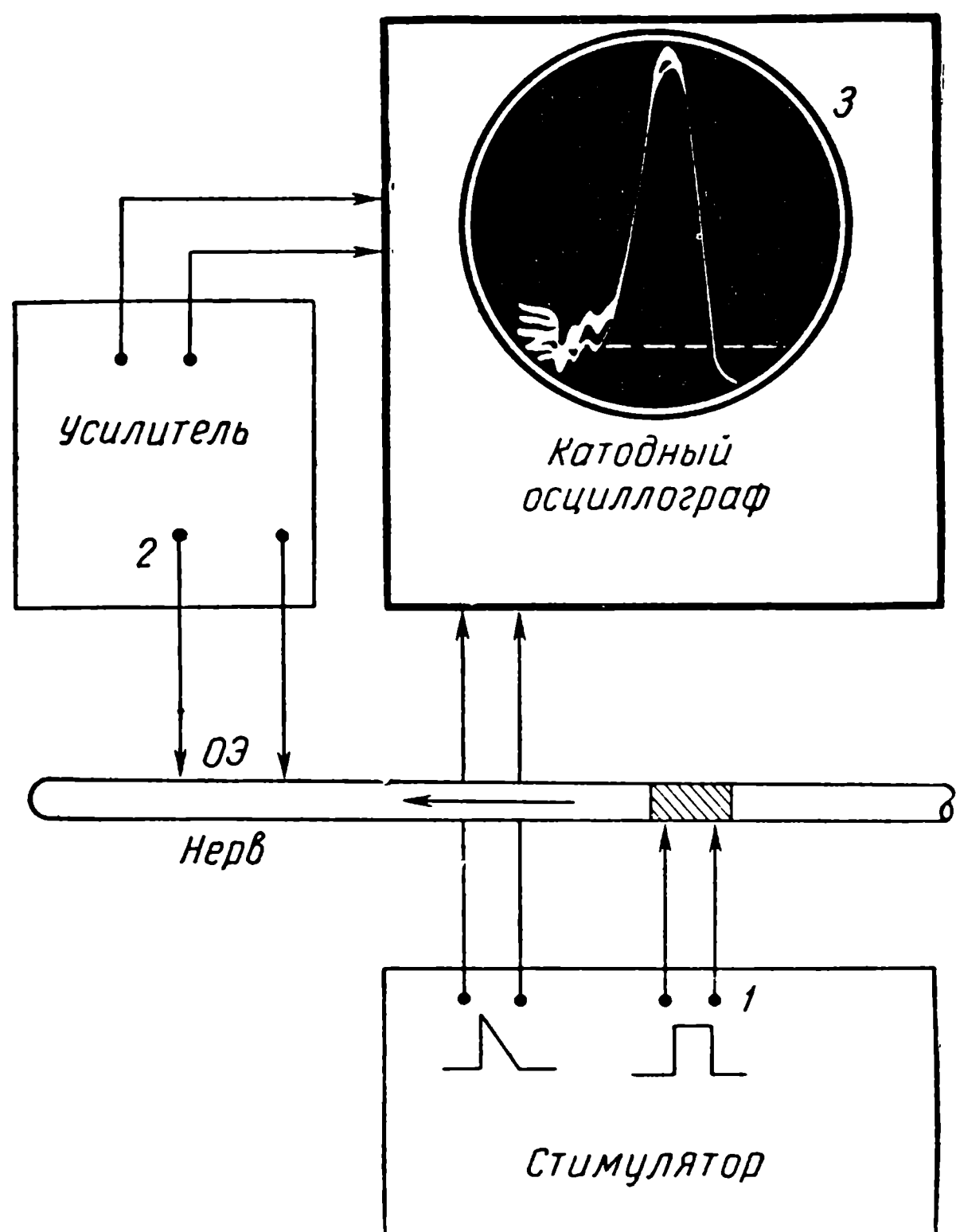


Рис. 128. Схема установки для регистрации потенциалов действия нервов и мышц (пояснения в тексте).

ложном направлении. В возникающей таким образом цепи возбужденный участок играет роль катода, а невозбужденный — анода. Таким образом, участок, на котором расположен активный электрод, становится более позитивным, чем область расположения индифферентного (удаленного) электрода. В результате в цепи гальванометра ток потечет в направлении от активного электрода к индифферентному, а луч осциллографа (схема справа) отклонится вниз, регистрируя положительную фазу потенциала. Аналогично рассуждая, нетрудно проследить и все последующие этапы формирования кривой ПД при данных условиях отведения (рис. 127, Б—Г).

**Для работы необходимы:** установка для отведения потенциалов действия (усилитель переменного тока, катодный осциллограф, стимулятор), стимулирующие и отводящие электро-

ды, влажная камера, набор препаровальных инструментов, вазелиновое масло, раствор Рингера, лягушки.

**Проведение работы.** Коммутируют установку так, как это показано на схеме рис. 128. Готовят нервно-мышечный препарат с участком позвоночника [см. работу 2 (2), стр. 36]. Помещают препарат во влажную камеру и накладывают на нерв стимулирующие (СЭ) и отводящие (ОЭ) электроды так, чтобы расстояние между ними составляло 2—3 см. Если в камере нет фиксатора для мышцы, то ее лучше отсечь, так как, сокращаясь, она будет смещать нерв на электродах. Заливают нерв минеральным маслом. Раздражающие электроды подключают к выходу (1) стимулятора, работающего в ждущем режиме с запуском от кнопки. Отводящие электроды соединяют со входом усилителя (2). Ограничитель полосы частот усилителя сверху ставят на отметку «10 кгц», а ограничитель полосы снизу — на отметку «10 гц». Переключатель рода работ устанавливают в положение «прямой вход, работа». Ручку ступенчатой регулировки усиления ставят на отметку «5». Осциллограф (3) переводят в ждущий режим работы с запуском от синхроимпульса (СИ) стимулятора. Развертку подбирают в процессе опыта.

Подавая на нерв одиночные прямоугольные импульсы, подбирают их амплитуду и параллельно плавно регулируют коэффициент усиления усилителя (ручкой плавной регулировки усиления). При подборе силы раздражителя целесообразно пользоваться импульсами минимальной длительности, так как из-за близкого расположения стимулирующих и отводящих электродов при большой длительности импульсов увеличивается артефакт от раздражающего тока. Приступают к отведению потенциалов, наблюдая их форму на экране осциллографа при уни- и биполярном способах отведения.

Повторяют работу на седалищном нерве лягушки *in situ*.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте схему установки и расположение на нерве электродов. 2. Составьте протокол опыта и зарисуйте форму потенциалов, возникавших при различных способах отведения.

**Ответьте на вопросы:** 1. В силу каких причин при работе с усилителем переменного тока не удастся получить строго монофазный потенциал действия нерва (при униполярном отведении)? 2. Руководствуясь разобранными теоретическими принципами формирования кривой ПД нерва, составьте сами схему формирования кривой ПД для следующих условий отведения: способ отведения биполярный; нерв находится в проводящей среде.



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВУ

**Цель работы:** Определить в эксперименте скорость проведения возбуждения по седалищному нерву лягушки.

**Для работы необходимы:** установка для отведения потенциалов действия (усилитель переменного тока, катодный осциллограф, стимулятор), раздражающие и отводящие электроды, влажная камера, набор препаровальных инструментов, вазелиновое масло, раствор Рингера, лягушка.

**Проведение работы.** Коммутируют установку, как показано на рис. 129. Готовят нервно-

зано на схеме. Желательно, чтобы расстояние между ними ( $S$ ) было не меньше 40—50 мм. Нерв помещают во влажную камеру и заливают минеральным маслом. Необходимым условием является фиксация стимулирующих и отводящих электродов на определенном расстоянии друг от друга. В процессе опыта это расстояние не должно меняться.

Переводят приборы в требуемый режим работы [см. работу 12(85), стр. 161]. Подбирают силу и скорость развертки раздражения так, чтобы на экране катодного осциллографа наблюдалась картина, подобная той, которая приведена на рис. 129. Циркулем измеряют интервал (на экране осциллографа) от артефакта раздражающего тока до начала восходящей фазы потенциала «Т». Если первое колебание потенциала направлено вниз, меняют полярность отводящих электродов. После того как интервал «Т» будет измерен, прекращают стимуляцию нерва и, не меняя развертки луча осциллографа, включают калибратор времени в диапазоне 2 мсек. Подсчитывают, сколько меток времени (каждая из которых составляет 2 мсек) укладывается в интервал «Т». Таким путем определяют время прохождения волной возбуждения отрезка «S», т. е. расстояния между стимулирующим и отводящим электродом. Величину последнего тщательно измеряют, а затем по формуле  $V = \frac{S}{T}$  определяют скорость проведения возбуждения по нерву.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте вид наблюдавшегося потенциала. 2. Сравните полученные результаты с известными данными о скорости проведения возбуждения по нервам холоднокровных животных (см. приложение, стр. 356).

**Ответьте на вопросы:** 1. Одинакова ли скорость проведения возбуждения: а) по миелинизированным одиночным волокнам; б) по нервам у холоднокровных и теплокровных животных? 2. Изменится ли скорость проведения возбуждения, если поместить нерв в электролит, в котором концентрация ионов  $\text{Na}^+$  в 15 раз превышает его среднюю концентрацию в волокнах нерва?

# НАБЛЮДЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ДВУСТОРОННЕГО ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВУ

**Цель работы:** Исследовать в экспериментальных условиях явление двустороннего проведения возбуждения по нервному стволу.

**Для работы необходимы:** установка для отведения потенциалов действия (два усилителя

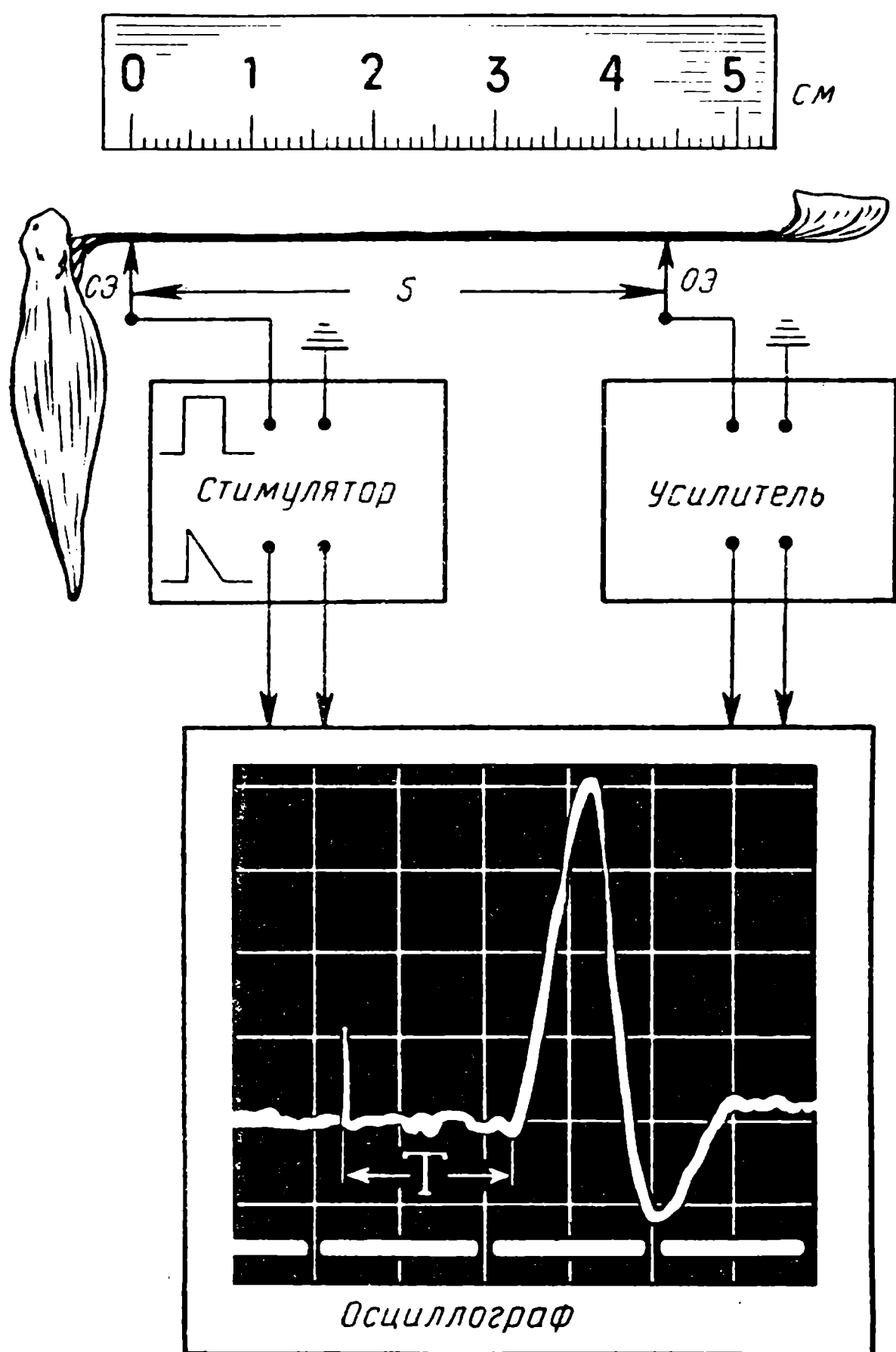


Рис. 129. Схема установки для определения скорости проведения возбуждения по нерву (пояснения в тексте).

мышечный препарат [см. работу 2(2)]. На седалищный нерв накладывают стимулирующие (СЭ) и отводящие (ОЭ) электроды, как пока-

переменного тока, двухлучевой катодный осциллограф, стимулятор), стимулирующие электроды, две пары отводящих электродов, влажная камера, набор препаровальных инструментов, вазелиновое масло, раствор Рингера, лягушки.

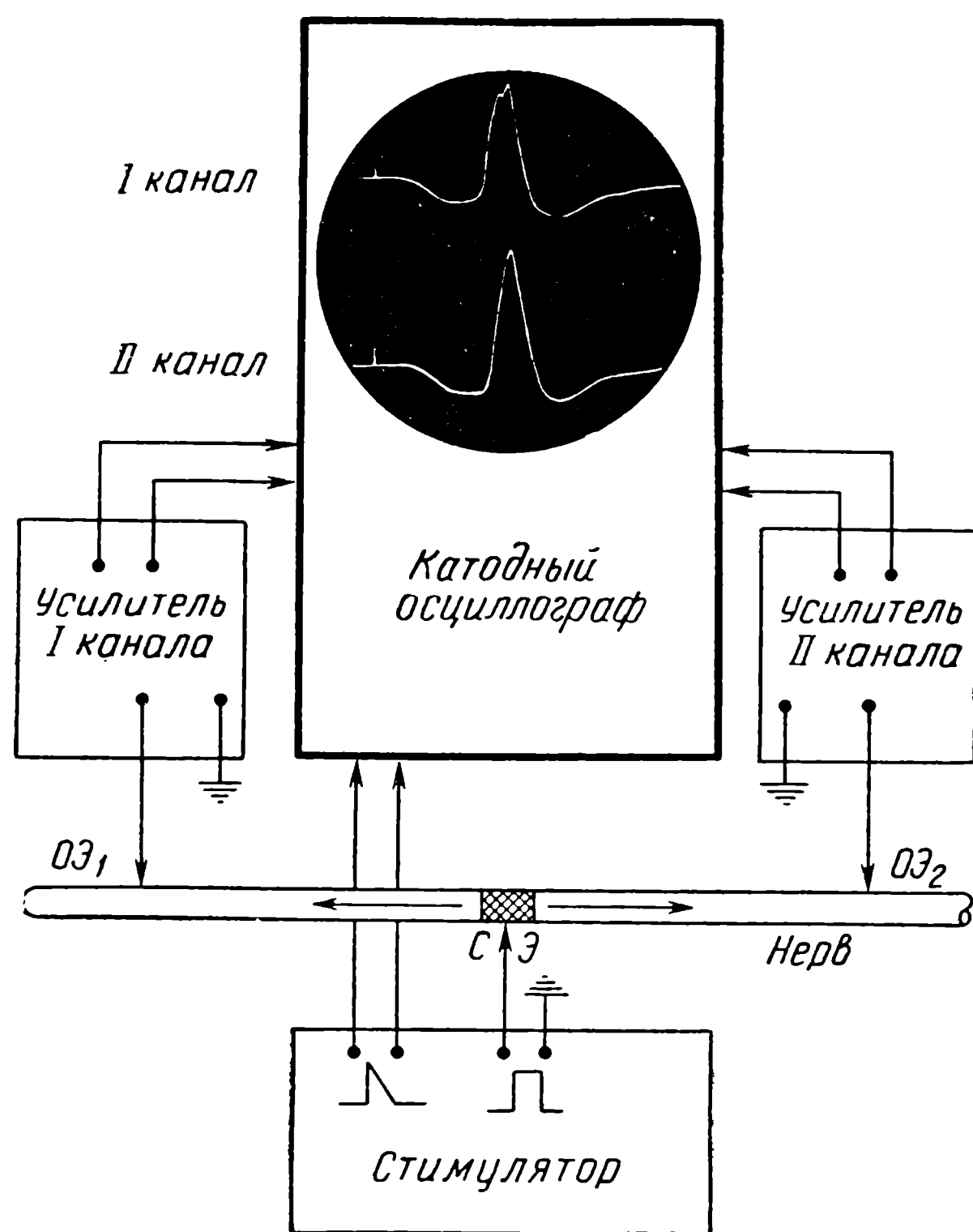


Рис. 130. Схема установки для доказательства двустороннего проведения возбуждения по нерву (пояснения в тексте).

**Проведение работы.** Готовят нервно-мышечный препарат. На седалищном нерве посередине располагают стимулирующие (СЭ), а у пересеченного конца отводящие электроды (ОЭ). Если используют два усилителя и двухлучевой катодный осциллограф, то на нерве располагают две пары отводящих электродов (ОЭ<sub>1</sub> и ОЭ<sub>2</sub>) так, как показано на схеме рис. 130. В этом случае мышцу отсекают и о проведении возбуждения судят по двум потенциалам действия. При работе с одним усилителем о проведении возбуждения в одну сторону будет свидетельствовать потенциал, наблюдаемый на экране катодного осциллографа, а о проведении в другую сторону — сокращение мышцы. Режимы работы осциллографа, усилителей и стимулятора те же, что в работе 12(85), стр. 161.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте схему установки. 2. Отрадите в отдель-

ном рисунке явление двустороннего проведения возбуждения.

**Ответьте на вопрос:** На основании известных вам данных о механизмах возникновения и распространения потенциалов действия попробуйте схематично представить явления, которые будут иметь место в случае, когда по одиночному нервному волокну навстречу друг другу движутся два потенциала действия и в какой-то точке встречаются.

#### РАБОТА 15 (88)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ НЕРВНОГО СТВОЛА

**Цели работы:** 1. Выяснить путем прямого наблюдения за потенциалом действия, подчиняется ли нерв закону «все или ничего». 2. Установить значение порогового стимула для нерва по потенциалу действия. 3. Освоить регистрацию потенциалов действия методом их фиксации и суперпозиции. 4. Получить данные о характере изменения возбудимости при прохождении по нему волны возбуждения.

В процессе прохождения по отдельному нервному волокну волны возбуждения (рис. 131, I) его возбудимость меняется. В период возникновения и развития пика потенциала действия (ПД) возбудимость волокна падает до 0 — это фаза абсолютной рефрактерности. В нервных волокнах высших животных она длится 0,5—1 мсек. За ней следует фаза относительной рефрактерности, длительность которой подвержена более значительным колебаниям (4—8 мсек).

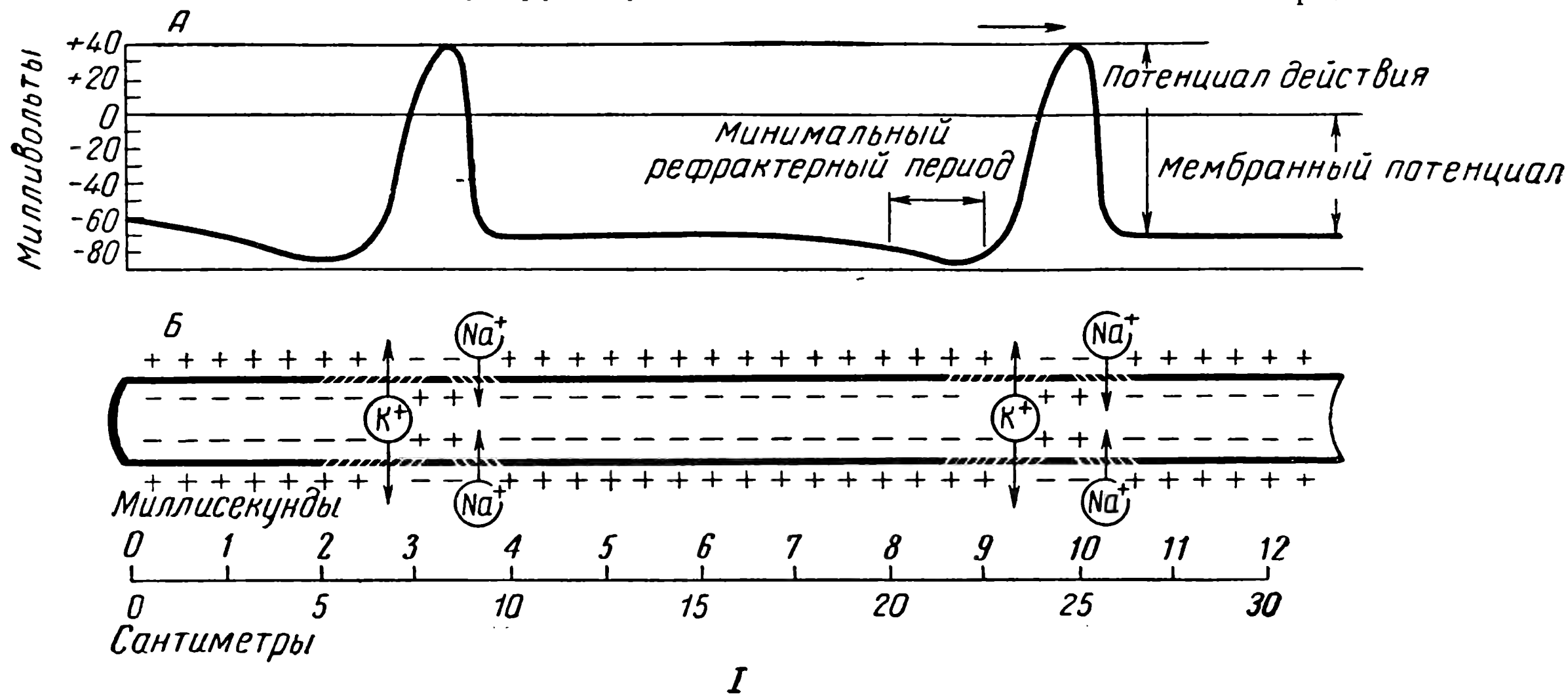
Если в нервном волокне воспроизводят два следующих один за другим цикла возбуждения, то чем меньше между ними интервал, т. е. чем ближе второй цикл приближается к рефрактерной фазе первого, тем все более и более снижается амплитуда второго ПД. Эти свойства отдельных нервных волокон находят отражение и в свойствах нервного ствола.

На рис. 131, II схематически сопоставлены цикл возбуждения (А) и цикл возбудимости (Б) чувствительного нерва. Короткая фаза рефрактерности характеризует чрезвычайно высокую лабильность нерва. Это свойство делает его удобным объектом для знакомства с приемами фиксации («остановки» изображения потенциала на экране осциллографа) и суперпозиции (последовательного наложения путем фотографирования на один и тот же кадр нескольких кривых) биоэлектрических потенциалов. Данные приемы широко используются при наблюдении и регистрации ПД.

**Для работы необходимы:** Установка для отведения потенциалов действия, стимулирующие и отводящие электроды, влажная камера, раствор Рингера, набор препаровальных инструментов, вазелиновое масло, лягушка.

**Проведение работы.** Коммутируют установ-

ную амплитуду. Проверяют, вызовет ли применение еще больших по силе стимулов дальнейший рост амплитуды ПД? Характер явлений, которые будут при этом наблюдаться, представлен рис. 132 в записях А (1—3). На основе этих записей можно сделать ряд заключений по



**Рис. 131.** Потенциал действия одиночного нервного волокна (I) и нерва (II).

I — схема распространения потенциала действия по одиночному волокну (A) и изменений проницаемости его мембраны (B). По В. Katz.

II — потенциал действия чувствительного нерва (A) и кривая изменения его возбудимости (B): 1 — местное возбуждение; 2 — высоковольтный потенциал; 3 — отрицательный следовой потенциал; 4 — положительный следовой потенциал; 5 — рефрактерный период; 6 — период супернормальной возбудимости; 7 — период субнормальной возбудимости. [По L. Morgan с изменениями].

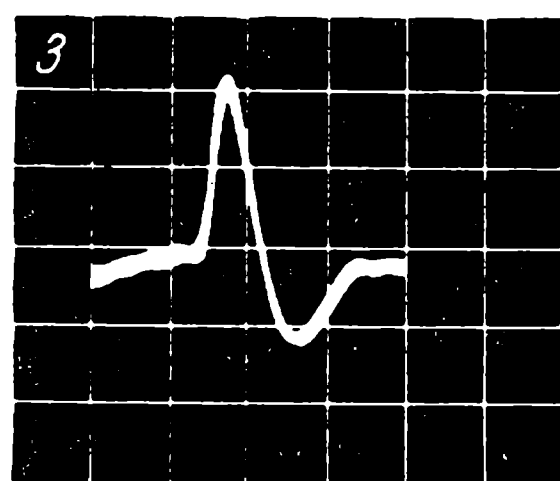
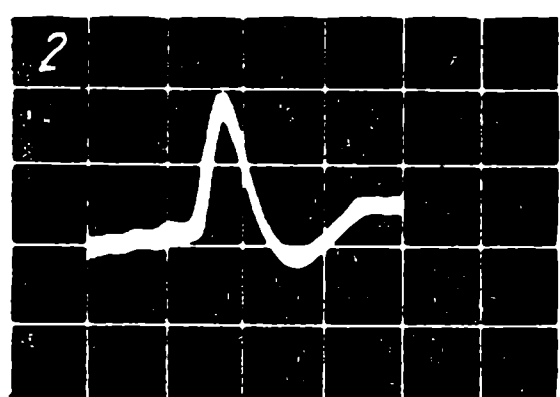
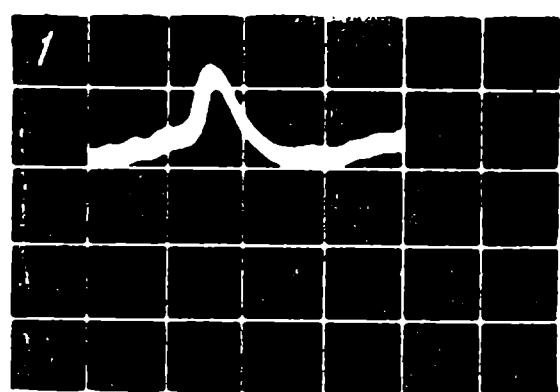
ку, как это описано в работе 12(87). Отпрепаровывают седалищный нерв лягушки. Располагают на нем (in situ) или во влажной камере отводящие и стимулирующие электроды. Определяют силу порогового раздражителя для нерва, нанося на последний одиночные прямоугольные импульсы возрастающей амплитуды. Порог определяют по появлению ПД, имеющего минимальную амплитуду (рис. 132, А, 1). Постепенно увеличивая силу раздражителя, наблюдают характер изменения ПД. Отмечают, при какой силе стимула ПД имеет максималь-

ную амплитуду. Проверяют, вызовет ли применение еще больших по силе стимулов дальнейший рост амплитуды ПД? Характер явлений, которые будут при этом наблюдаться, представлен рис. 132 в записях А (1—3). На основе этих записей можно сделать ряд заключений по вопросам, составляющим цель данной работы. Переводят стимулятор в режим непрерывной генерации и устанавливают частоту раздражающих импульсов в диапазоне 80—100 гц. Ручками ступенчатой и плавной регулировки скорости развертки осциллографа подбирают такой режим, при котором луч в интервале между двумя смежными импульсами успевает вернуться в исходное положение. Внешне это выразится в стабильной работе осциллографа, и он будет отвечать на каждый стимул законченным одиночным циклом развертки.

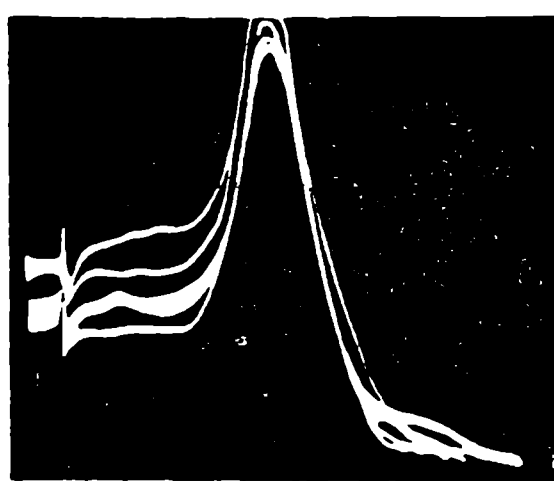
Ручкой регулировки задержки импульса (на стимуляторе) вводят ПД нерва в пределы рабочей части экрана. Если ПД хорошо выражен,



то, подбирая усиление, можно добиться четкого и яркого изображения потенциала, как бы неподвижно стоящего на экране осциллографа. Это и есть метод фиксации регистрируемого процесса. Работа в этом режиме позволяет наблюдать целый ряд особенностей процесса и фотографировать его.



А



Б

**Рис. 132.** А — изменения потенциала действия нерва под влиянием увеличения (от записи 1 к записи 3) силы раздражения; Б — регистрация потенциала действия методом суперпозиции.

Не меняя подобранных режимов работы приборов, снижают амплитуду выходных импульсов стимулятора до 0, а затем определяют порог ПД и наблюдают за его изменениями при увеличении силы раздражителя. При средних силах раздражителя исследуют влияние на ПД увеличения частоты стимуляции.

Уменьшают частоту стимулов до 10—20 гц и, подобрав режим развертки, наблюдают наложение каждого последующего ПД на след, оставленный предыдущим. Это метод суперпозиции (рис. 132, Б). Он более распространен, чем предыдущий, так как большинство исследуемых структур не обладают такой высокой лабильностью, какая необходима для ритмического воспроизведения их ПД с высокой частотой.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте схему коммутации установки. 2. Составьте протокол опыта. 3. Зарисуйте характер наблюдавшихся изменений ПД в зависимости от силы раздражителя и частоты стимуляции.

**Ответьте на вопрос:** 1. Что должно было бы наблюдаться в условиях настоящего опыта, если бы нерв: а) подчинялся закону «все или ничего»; б) обладал такой же рефрактерностью, что и мышца сердца; в) характеризовался бы низкой лабильностью?

#### РАБОТА 16 (89)

#### СОСТАВНОЙ ХАРАКТЕР ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ НЕРВНОГО СТОЛА И СВОЙСТВА НЕРВНЫХ ВОЛОКОН — ОПЫТ Х. ГАССЕРА И Д. ЭРЛАНГЕРА (H. GASSER, J. ERLANGER)

**Цель работы:** Воспроизвести классический эксперимент Гассера и Эрлангера и провести наблюдение некоторых свойств нервных волокон.

В 1937 г. Gasser и Erlanger, применив для исследования усилитель и катодный осциллограф, впервые выявили составной многокомпонентный характер потенциала действия нервного ствола (рис. 133, 1, 2). Расчленение суммарного ПД они объяснили различной скоростью проведения возбуждения по разным волокнам, составляющим нерв.

Существо наблюдавшихся ими явлений отражают записи 1—2 и схема 3 на рис. 133.

**Для работы необходимы:** установка для отведения ПД, стимулирующие и отводящие электроды, набор препаровальных инструментов, раствор Рингера, лягушка.

**Проведение работы.** Коммутируют установку так, как это описано в работе 12(85). Стимулятор и осциллограф переводят в ждущий режим работы. Ручками регулировки развертки осциллографа подбирают такую скорость развертки луча, чтобы метка времени 2 мсек занимала на экране примерно 10 мм. Выделяют седалищный нерв на возможно большем протяжении и на противоположных концах его располагают стимулирующие и отводящие электроды, а лягушку фиксируют. Подавая на нерв одиночные стимулы, регулятором плавной регулировки задержки импульсов (регулятор переключения диапазонов задержки должен находиться на отметке «10») выводят на экран осциллографа артефакт от электростимуляции и отводят его в левую часть экрана. Варьируя амплитуду стимула и подбирая необходимое усиление на предусилителе (регулятор грубой регулировки усиления должен на-

ходить на отметке «5»), добиваются того, что на каждый стимул на экране возникает растянутый во времени составной ПД нервного ствола. Переводят стимулятор в режим непрерывной генерации импульсов и доводят частоту их следования до 80—100 гц. При этом на

гом? 2. Если предположить, что возбуждение распространяется по мякотному и безмякотному волокнам одинакового диаметра, то будут ли различаться скорости его проведения? 3. Какова физиологическая роль различных групп волокон?

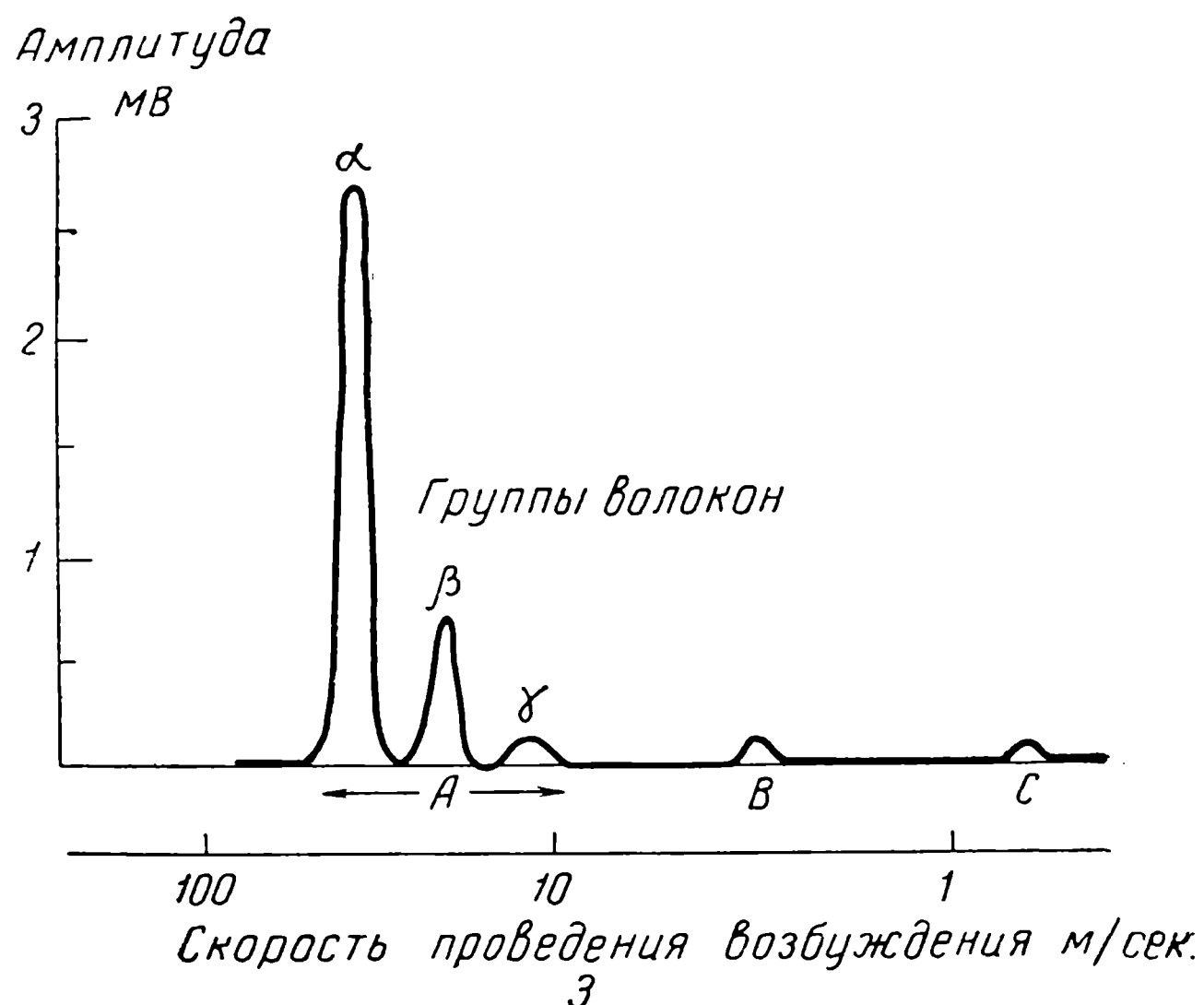
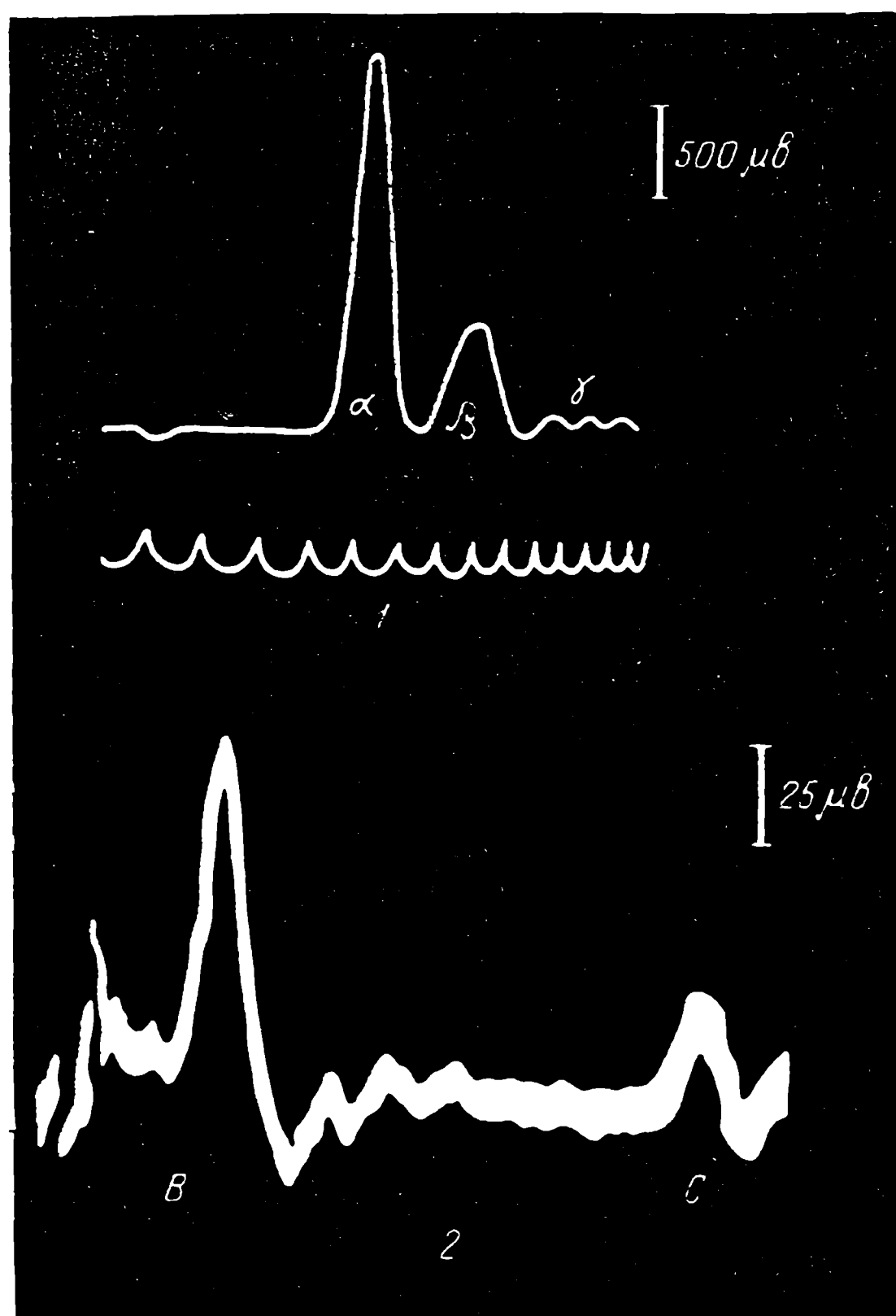


Рис. 133. Составной характер потенциала действия нервного ствола.

1 — потенциал действия волокон группы А (отметка времени — 1 мсек; 2 — потенциал действия волокон группы В и С (по Н. Gasser и J. Erlanger); 3 — схематическое сопоставление амплитуды потенциалов действия и скорости проведения возбуждения в различных волокнах смешанного нерва лягушки (по Erlanger и Gasser в модификации Bell и др.).

экране осциллографа за счет наложения быстро следующих друг за другом одиночных циклов возбуждения нерва фиксируется [см. работу 15(88)] четкая кривая, на которой можно видеть отдельные компоненты составного ПД.

Изменяя частоту и амплитуду стимулов, наблюдают, как это будет отражаться на отдельных компонентах составного ПД.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Запишите схему установки и вид полученных кривых. 2. Составьте протокол опыта. 3. Определите латентный период отдельных компонентов составного ПД. 4. Сравните амплитудные характеристики отдельных компонентов полученного Вами ПД с записями, приведенными на рис. 133. 5. Сделайте выводы о том, какие группы волокон входят в состав седалищного нерва лягушки. 6. Охарактеризуйте основные свойства этих групп волокон.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какие компоненты составного ПД обладают более высоким поро-

#### РАБОТА 17 (90)

#### НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ДЕЙСТВИЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ВОЗБУДИМЫЕ ТКАНИ (ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОТОН)

**Цель работы:** Провести наблюдение за эффектом действия постоянного тока на возбудимость нерва.

**Для работы необходимы:** два стимулятора, один из которых дает на выходе постоянный ток, перекидной переключатель, обычные стимулирующие и неполяризующиеся электроды, влажная камера, кимограф, вертикальный миограф (или аппарат ЭИД-1 с датчиками и чернильнопишущий регистратор), набор препаровальных инструментов, вазелиновое масло, раствор Рингера, лягушка.

**Проведение работы:** Составляют две электрические цепи, одна из которых служит для

приложения к нерву постоянного тока, другая — для нанесения ритмических раздражений (рис. 134). Готовят нервно-мышечный препарат и закрепляют его в миографе. Укрепляют электроды в держателях и располагают их на нерве в соответствии со схемой рис. 134.

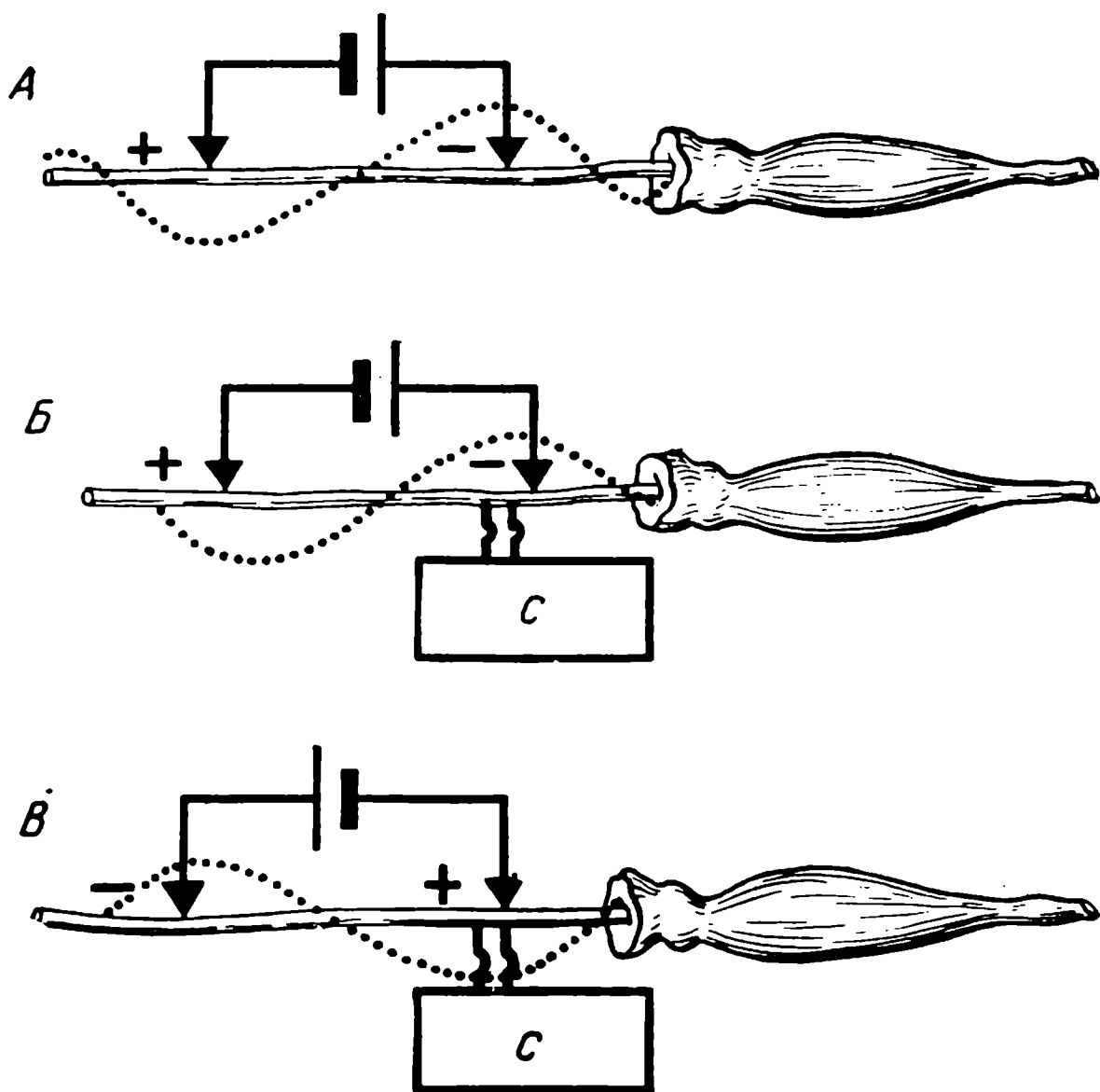


Рис. 134. Воспроизведение явления физиологического электротона. Схема опыта.

А, Б — нисходящее направление постоянного тока; В — восходящее направление постоянного тока; С — стимулятор.

Существо опыта состоит в том, что, воздействуя на нерв постоянным током восходящего направления, определяют, как при этом меняется возбудимость нерва. Судят об изменениях возбудимости по сокращениям мышцы, нанося на поляризуемый участок нерва ритмические стимулы.

Вначале определяют возбудимость нерва до приложения постоянного тока. Для этого находят порог раздражения импульсным током. Затем включают постоянный ток и вновь определяют возбудимость, отмечая характер ее изменений. По такой схеме определяют изменение возбудимости, наступающее под влиянием постоянного тока восходящего и нисходящего направлений. При этом после каждой поляризации нерва проводят контроль за восстановлением возбудимости до исходного уровня.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Запишите схему опыта. 2. Опишите характер наблюдавшихся изменений возбудимости под влиянием анода и катода постоянного тока.

**Ответьте на вопросы:** 1. Что такое физиологический электротон? 2. Объясните механизм

возникновения катэлектротона и анэлектротона с позиций современной мембранной теории возбуждения. 3. Имеют ли место подобные явления в организме в естественных условиях?

#### РАБОТА 18 (91)

#### ОПТИМУМ И ПЕССИМУМ ЧАСТОТЫ И СИЛЫ РАЗДРАЖЕНИЯ

**Цели работы:** 1. Исследовать явления оптимума и пессимума частоты и силы раздражения. 2. Проанализировать условия перехода мышцы от состояния оптимума к состоянию пессимума при изменениях частоты и силы стимуляции подходящего к ней нерва.

Н. Е. Введенский показал, что существуют определенные оптимальные (наилучшие) значения частоты и силы раздражения нерва, при которых тетаническое сокращение скелетной мышцы достигает наибольшей высоты и длительности. Если применять раздражения, превышающие по частоте или силе оптимальные, то при некоторой большой (пессимальной, наихудшей) их величине высота тетануса снижается и мышца расслабляется (рис. 135, Б, 2). Это явление Н. Е. Введенский назвал пессимом. Пессимум не является выражением утомления мышцы, а отражает развитие блока проведения возбуждения в синапсе и (или) пресинаптических терминалях.

Если пессимум вызывается увеличением частоты стимулов без изменения их силы, он называется пессимомом частоты. Если же он вызывается увеличением силы стимулов, без изменения их частоты, его именуют пессимомом силы.

**Для работы необходимы:** стимулятор, вертикальный миограф, универсальный штатив, кимограф (или аппарат ЭИД-1 и чернильнопишущий регистратор), набор препаровальных инструментов, раствор Рингера, лягушка.

**Проведение работы.** Готовят нервно-мышечный препарат икроножной мышцы лягушки и укрепляют мышцу в вертикальном миографе (рис. 135, А). Нерв помещают на электроды. Подбирают амплитуду стимула, вызывающую максимальные одиночные сокращения мышцы (рис. 135, Б, 4). Длительность стимула устанавливают в пределах 0,5—1 мсек. Затем находят оптимальную частоту стимуляции, на которую мышца отвечает гладким тетанусом наибольшей высоты. Для свежего неутомленного нервно-мышечного препарата икроножной мышцы лягушки оптимальная частота раздражений приближается к 40—50 гц. На медленно вращающемся барабане кимографа записывают в течение 5—6 секунд тетанус, возникающий



при оптимальной частоте, а затем резко увеличивают частоту стимулов до 100—200 гц и записывают пессимум частоты. Спустя 5—6 секунд уменьшают частоту стимуляции до исходного уровня и записывают оптимум.

вития оптимума силы и частоты? 2. Каков механизм развития пессимума частоты? 3. Каков механизм развития пессимума силы? 4. Как доказать, что пессимум действительно не является выражением утомления мышцы?

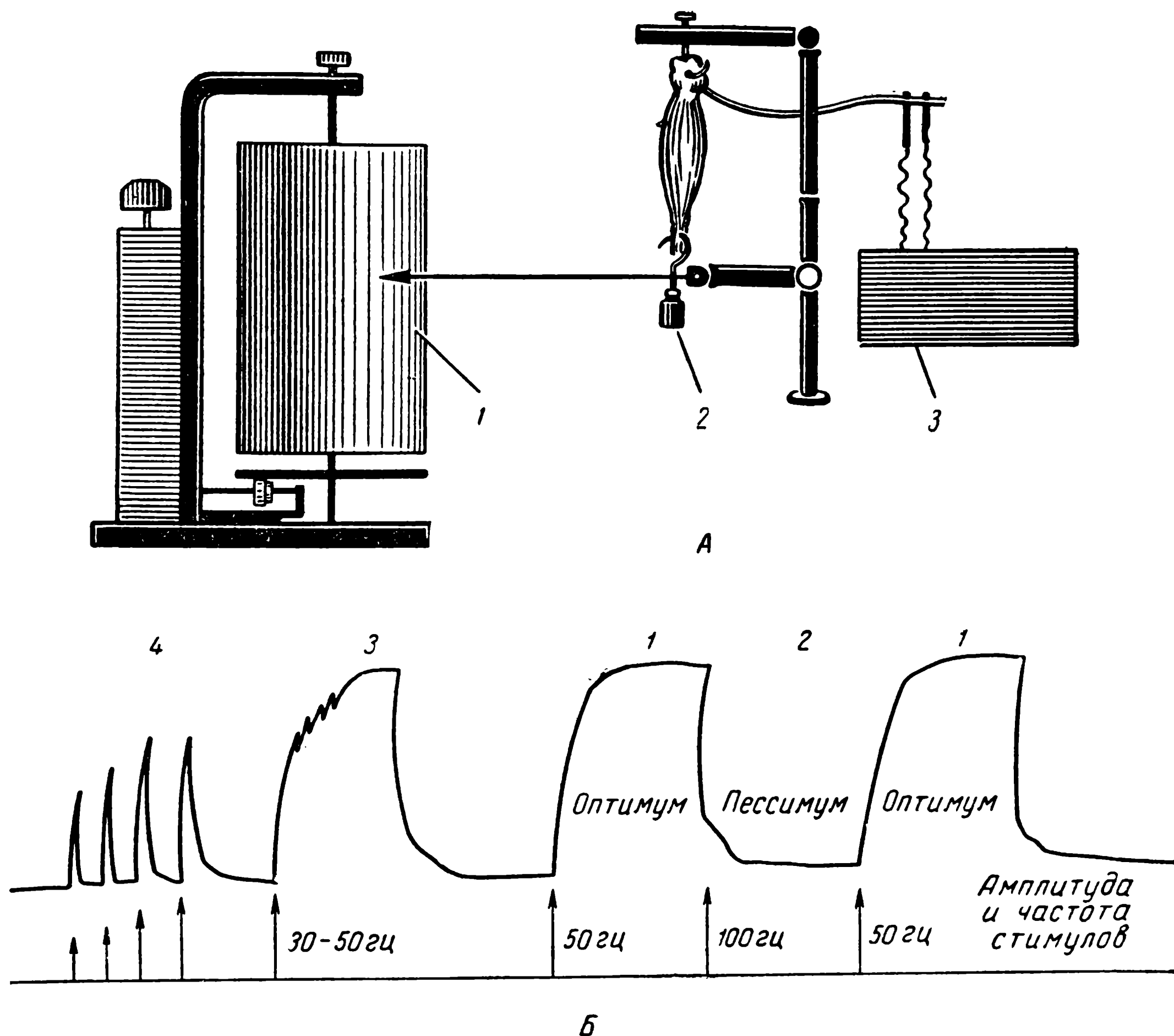


Рис. 135. Схема установки и миограммы, записанные при различных по силе и частоте раздражениях двигательного нерва.

А — установка для регистрации мышечных сокращений: 1 — кимограф; 2 — вертикальный миограф; 3 — стимулятор. Б — миограммы: 1 — оптимум; 2 — пессимум; 3 — зубчатый тетанус, переходящий в гладкий, 4 — одиночные мышечные сокращения.

Повторяют опыт, но изменяют при этом не частоту стимулов, а их амплитуду. Частоту и амплитуду стимулов следует менять резко, переключением на соответствующий диапазон ручки грубой регулировки данного параметра.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Наклейте записанные кривые в тетрадь. 2. Составьте протокол опыта, отметив в нем условия перехода мышцы от состояния оптимума к состоянию пессимума.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каков механизм раз-

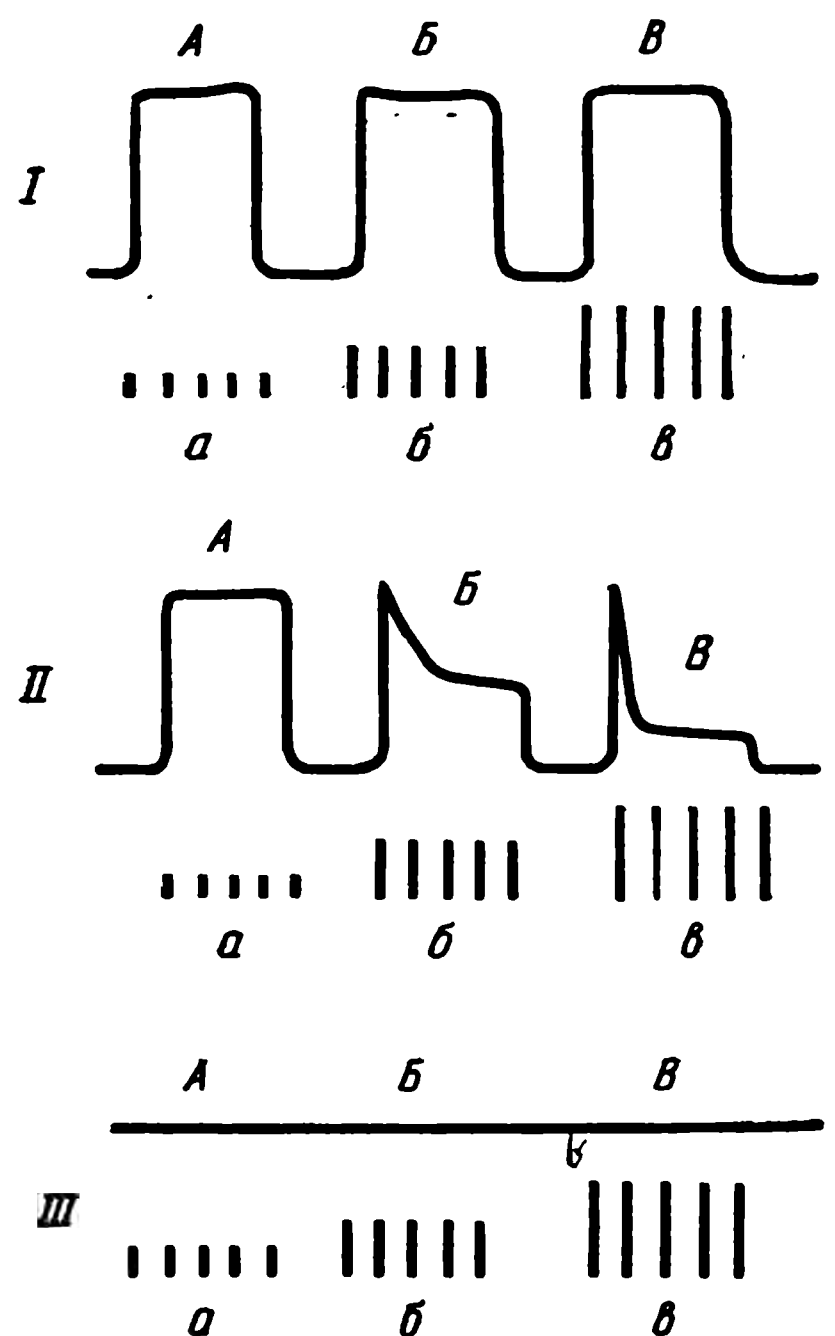
#### РАБОТА 19 (92)

#### ПАРАБИОЗ И ЕГО ФАЗЫ

**Цель работы:** Воспроизвести явление парабิโอ́за, исследовать закономерности его развития.

В естественных условиях функция нервной и мышечной ткани связана с воспроизведением не одиночных, а ритмических циклов возбуждения. Отсюда важное значение имеет скорость

протекания одиночных циклов, составляющих разряд. Для характеристики этой скорости Н. Е. Введенский ввел понятие лабильности или функциональной подвижности. Лабильность тесно связана с состоянием ткани. Например, отравление или механическое повреждение участка нерва ведет к снижению его лабильности. Такое состояние пониженной лабильности Н. Е. Введенский назвал **парабиозом**. Парабиоз характеризуется постепенным развитием, в процессе которого выделяют че-



**Рис. 136.** Схема сокращений мышцы при создании в ее двигательном нерве ниже стимулирующих электродов парабиотического очага.

*A, Б, В* — запись мышечных сокращений в ответ на стимуляцию двигательного нерва. *а, б, в*, сравнительная сила стимулов. Уравнительная (*I*), парадоксальная (*II*) и тормозная (*III*) стадии парабиоза.

тыре последовательные стадии или фазы: провизорную, уравнительную, парадоксальную, тормозную.

**Для работы необходимы:** стимулятор, электроды, кимограф, вертикальный миограф (или аппарат ЭИД-1 и чернильнопишущий регистратор), раствор Рингера, 0,8% раствор KCl, лягушка.

**Проведение работы.** Готовят нервно-мышечный препарат и укрепляют его в миографе. Центральный конец нерва помещают на электроды. Раздражают нерв тетанизирующими ритмическими импульсами пороговой, средней и максимальной силы, записывая миограммы, со-

ответствующие каждой силе раздражения. Частота и длительность импульсов должны быть постоянными.

Для создания парабиотического очага на участок нерва (ниже расположения электродов) накладывают вату, смоченную 0,8% раствором KCl (парабиотический очаг можно создать и с помощью других веществ: 0,5% раствора кокаина, эфира, хлороформа, спирта, фенола, растворов солей и т. д.). Через каждые 2—3 минуты (начиная с момента нанесения вещества на нерв и затем на протяжении всего опыта) проверяют характер сокращений мышцы, стимулируя нерв пороговыми, средними и максимальными стимулами. Задачей опыта является уловить момент наступления каждой из фаз парабиоза и записать при этом миограммы на все три вида раздражений. Обычно признаки развития парабиоза появляются через 8—10 минут.

Уравнительная фаза парабиоза будет характеризоваться одинаковыми по высоте тетаническими сокращениями на все три различных по силе раздражения (рис. 136, *I*). При дальнейшем углублении альтерации наступает следующая фаза — парадоксальная. Она будет характеризоваться наличием тетанических сокращений на умеренные раздражения и снижением или отсутствием их на сильные раздражения (рис. 136, *II*). Последней наступает тормозная фаза. Ее характеризует полное отсутствие сокращений на раздражение любой силы (рис. 136, *III*).

**Рекомендации к оформлению работы.** 1. Поместите кривые в тетрадь, распределив их по фазам парабиоза и расположив в соответствии с характером раздражения. 2. Запишите время наступления первой и последующих фаз.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каков механизм явлений, наблюдаемых в процессе развития трех фаз парабиоза? 2. Какую связь видел Н. Е. Введенский между парабиозом и возбуждением?

РАБОТА 20 (93)

**ЗАПИСЬ РАБОТЫ МЫШЦ ЧЕЛОВЕКА [ЭРГОГРАФИЯ]**

**Цель работы:** Установить зависимость величины работы мышц от ритма сокращений и величины нагрузки.

Работа мышцы измеряется произведением веса поднятого груза на высоту его подъема (т. е. на величину укорочения мышцы).

**Для работы необходимы:** эргограф Моссо (или его модифицированная модель), набор гирь (0,5, 1, 2, 5 кг), электрометроном.

**Проведение работы.** На рис. 137 приведена схема проведения опыта с модифицированной моделью эргографа. Для исследования работы мышцы сгибателя указательного пальца располагают предплечье правой (или левой) руки так, как это показано на рисунке. На указательный палец надевают петлю, которая тонким тросом через каретку и блок (3) связана

Вычисляют величину работы в килограммометрах или грамм-сантиметрах по формуле:

$$A = PH,$$

где  $P$  — вес груза;  $H$  — суммарная высота его подъема (определяется по эргограмме или по показанию счетчика).

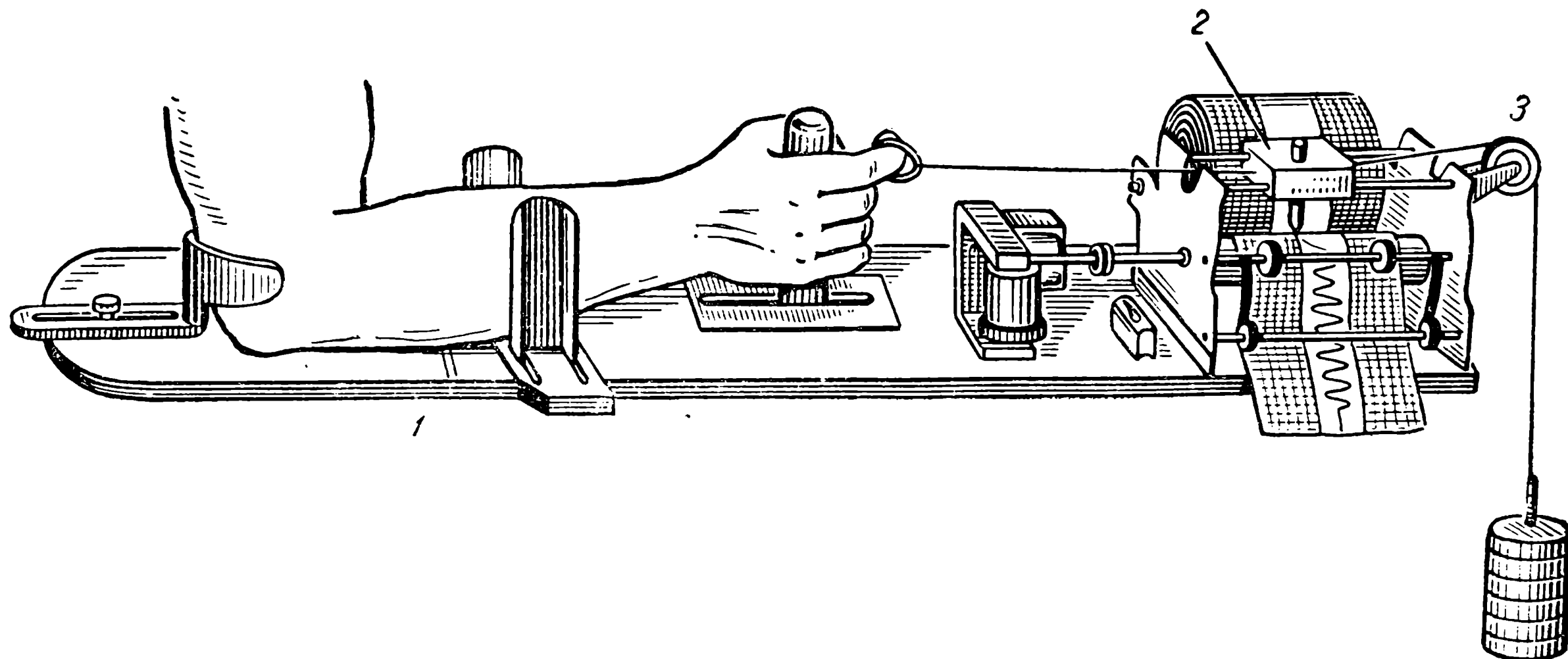


Рис. 137. Схема установки для записи работы мышц руки человека с помощью эргографа.  
1 — фиксатор руки испытуемого; 2 — рулон бумажной ленты; 3 — блок с перекинутым через него тросиком (на тросик подвешивается груз различного веса); 4 — моторчик лентопротяжного механизма.

с грузом. Таким образом, при сгибании палец поднимает груз и одновременно перемещает каретку с писчиком. Перпендикулярно плоскости движения писчика лентопротяжный механизм (4) перемещает бумажную ленту, на которой фиксируется эргограмма. Для подсчета суммарной высоты подъема груза может быть применен специальный счетчик, связанный с тросом.

#### Задача 1.

##### Определение зависимости работы от величины нагрузки

Подбирают груз с таким расчетом, чтобы поднятие его было сопряжено с определенным усилием. Обычно вес груза колеблется от 1,5 до 3 кг. Включают электрометроном, установив частоту сигналов 60 в минуту. Предлагают испытуемому поднимать груз в ритме метронома, стараясь каждый раз полностью согнуть палец, и включают лентопротяжный механизм аппарата. Спустя некоторое время у испытуемого начнет развиваться утомление. При этом груз будет подниматься на все меньшую высоту, и, наконец, работа совершенно прекратится.

После 10-минутного отдыха увеличивают вес груза в 2 раза и повторяют опыт, не меняя ритма. Вычисляют величину работы, произведенной во втором опыте.

#### Задача 2.

##### Определение зависимости работы от ритма ее выполнения

Для выполнения этой задачи также необходимо провести два опыта, чтобы иметь возможность сравнить их результаты. Вес груза в обоих опытах сохраняется неизменным, меняется только ритм его подъема. Первое определение проводится при ритме 60 в минуту, второе — при ритме 120 в минуту. Можно, если испытуемым остается то же лицо, воспользоваться результатами первого определения величины выполненной работы (задача 1). В таком случае требуется провести лишь один опыт с тем же грузом, но при ритме работы 120 в минуту.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Полученные кривые поместите в тетрадь. 2. Произведите расчеты величины выполненной рабо-



ты и сравните результаты. 3. На основе полученных данных составьте таблицу:

Ритм работы	Вес груза, кг	Суммарная высота подъема груза, м	Работа	Время работы

Ответьте на вопрос: При каком из указанных сочетаний ритма и нагрузки большинство людей может произвести максимальную работу: 1) ритм 120 в минуту, груз 1 кг; 2) ритм 90, груз 9 кг; 3) ритм 60, груз 3 кг; 4) ритм 40 в минуту, груз 4 кг?

РАБОТА 21 (94)  
РЕГИСТРАЦИЯ БИОТОКОВ МЫШЦ  
(ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ)

Цель работы: Знакомство с распространенной методикой регистрации электрической активности мышц, используемой в клинике, а также в эксперименте.

Электромиографию у человека проводят с диагностическими целями при заболеваниях мышц, а также при функциональных обследованиях двигательного аппарата. В зависимости от цели электромиографию осуществляют при произвольных сокращениях исследуемых мышц, при сокращении их при нагрузке, под влиянием стимуляции и т. д.

Для отведения биопотенциалов мышц человека используют накожные электроды (см. рис. 3, Н), которые укрепляют непосредственно над исследуемой мышцей с помощью резиновой манжетки или лейкопластыря. В некоторых случаях, когда необходимо осуществить более локальное отведение потенциалов, применяют погружные электроды (см. рис. 3, Л, М), напоминающие тонкие иглы для внутримышечных инъекций.

Аналогичным образом осуществляют отведение биотоков мышц в хронических и острых экспериментах на животных.

Задача 1.  
Регистрация биотоков мышц человека

Для работы необходимы: электромиограф (или усилитель переменного тока с катодным осциллографом), набор грузов (1, 3, 5 кг), на-

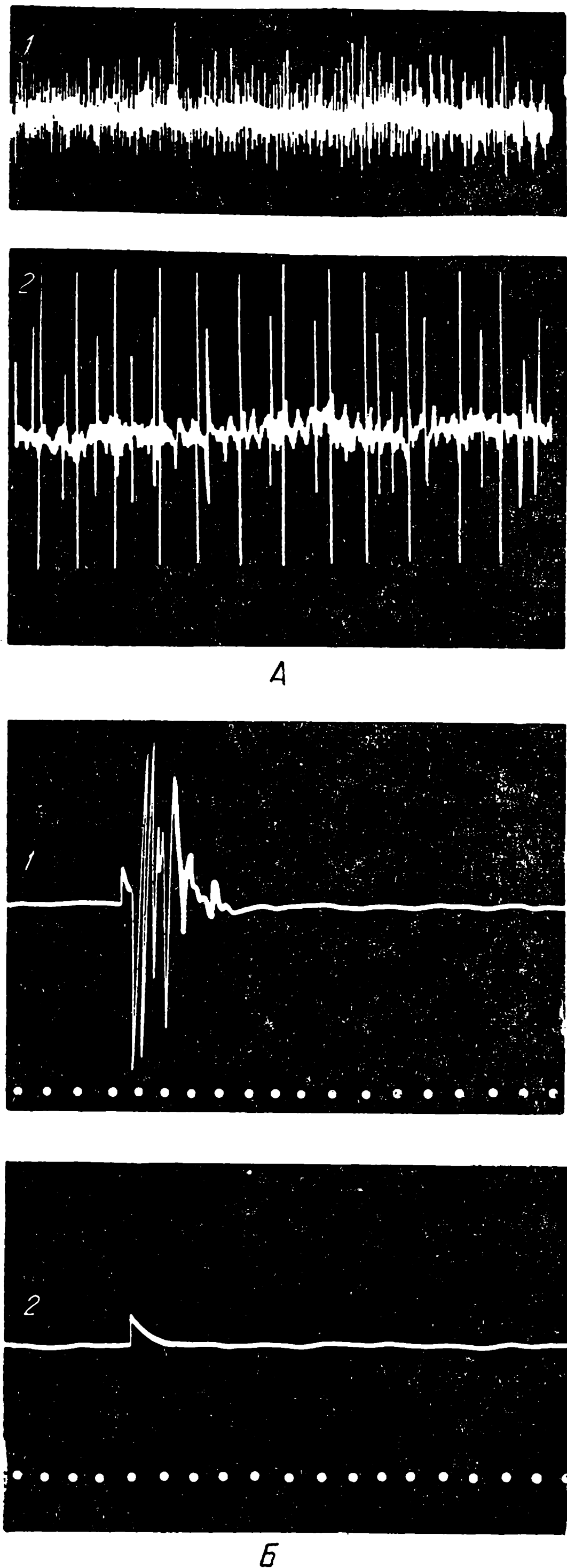


Рис. 138. Электромиография.  
А — Электромиограммы человека, записанные с поверхности кожи над м. biceps при сгибании руки (1) и внутримышечно с помощью игольчатых электродов (2) (в записи 2 коэффициент усиления и скорость развертки в два раза больше, чем в записи 1).  
Б — Электромиограммы одной из мышц бедра кошки, зарегистрированные при одиночной стимуляции седалищного нерва до (1) и после (2) введения животному миорелаксанта. Отметка времени 10 мсек.

кожные электроды, электродная паста, спирт, вата, лейкопластырь.

**Проведение работы.** Удобным объектом для регистрации биопотенциалов мышц человека является сгибатель предплечья *m. biceps*. Кожу над мышцей предварительно обрабатывают 96% спиртом, а затем специальной пастой для уменьшения межэлектродного сопротивления. Закрепив электроды, проверяют межэлектродное сопротивление. Как правило, оно не должно превышать 40—50 ком. Затем подбирают соответствующий коэффициент усиления с таким расчетом, чтобы при пробном движении (сгибание руки в локтевом суставе с нагрузкой 5 кг) максимальная величина осцилляций не превышала размер рабочей части экрана электроннолучевой трубки. Записывают сигнал калибровки усиления. Затем испытуемому предлагают поднимать груз весом в 1 или 3 кг. При этом на экране осциллографа можно видеть вспышки биопотенциалов, возникающих в момент сгибания руки.

Проводят запись потенциалов в начале работы, спустя 2—3 минуты и тогда, когда мышцы руки утомятся.

После 5—10 минутного отдыха осуществляют повторную запись потенциалов при работе с большим грузом (3 или 5 кг). Наблюдают за характером изменений потенциалов мышц. Отмечают, что при работе с более тяжелым грузом амплитуда биопотенциалов увеличилась и активность стала сплошной во все фазы движения.

В конце опыта снова записывают калибровочный сигнал, а также метки времени.

На рис. 138 (А) приведены электромиограммы человека, записанные: 1) с поверхности кожи над *m. biceps* при сгибании руки; 2) внутримышечно с помощью игольчатых электродов (во второй записи коэффициент усиления и скорость развертки в 2 раза больше, чем в первой).

#### Задача 2.

#### Регистрация биотоков мышц животного в остром опыте

**Для работы необходимы:** электромиограф (или усилитель переменного тока с катодным осциллографом), стимулятор, погружные игольчатые электроды, электроды для стимуляции нерва, набор хирургических инструментов, кошка или крыса.

**Проведение работы.** Животное под наркозом закрепляют в станке для острых опытов. Проводят разрез кожи по внутренней поверхности бедра и выделяют седалищный нерв. Центральный конец нерва пересекают и помещают на

электроды. Подавая на нерв одиночные стимулы частотой 0,5—1 гц (длительность 0,5—1 мсек), подбирают амплитуду стимула так, чтобы на каждое раздражение мышцы отвечали выраженным сокращением. На ощупь находят у одной из мышц область «двигательной точки», т. е. участок, на котором сконцентрировано большинство концевых двигательных пластинок. Погружают в этом месте в мышцу биполярный электрод (или два монополярных) и проводят запись биотоков, возникающих под влиянием стимуляции нерва.

Раздавливают нерв ниже стимулирующих электродов и наблюдают исчезновение биотоков мышцы.

Можно, предварительно переведя животное на искусственное дыхание, ввести внутривенно миорелаксант и наблюдать за развитием блока передачи возбуждения.

На рис. 138 (Б) приведена электромиограмма одной из мышц бедра кошки, зарегистрированная при одиночной стимуляции седалищного нерва до (1) и после (2) введения миорелаксанта.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте блок-схему установки для отведения биотоков мышц. 2. Составьте протокол опыта и вклейте в тетрадь образцы записей электромиограммы.

**Ответьте на вопрос:** Чем можно объяснить, что при работе с тяжелым грузом электрическая активность мышц приобретает характер сплошной непрерывной импульсации?

---

#### РАБОТА 22 (95)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ХРОНАКСИИ У ЧЕЛОВЕКА (ХРОНАКСИМЕТРИЯ)

---

**Цель работы:** Освоить метод электродиагностического исследования возбудимости нервов и мышц.

Для сравнительной оценки возбудимости тканей недостаточно одного сопоставления их порогов раздражения, так как при этом не учитывается фактор времени действия раздражения. Поэтому для более полной характеристики возбудимости Lapicque (1909) предложил использовать условную величину, названную им хронаксией.

Хронаксия — это минимальное время, в течение которого ток, равный удвоенной реобазе, должен действовать на ткань, чтобы вызвать ее возбуждение. Реобазой была названа минимальная (пороговая) для возникновения воз-



буждения сила тока или его минимальное напряжение.

**Для работы необходимы:** хронаксиметр (электроимпульсатор ЭИ-1), специальные электроды для хронаксиметрии, вата, марля, физиологический раствор.

**Проведение работы:** Индифферентный электрод, представляющий собой свинцовую пластинку, с помощью бинта закрепляют на плече

нервирующего ее двигательного нерва (рис. 140).

При работе с прибором ЭИ-1 под хронаксией подразумевается время действия одиночного электрического импульса, дающее пороговую реакцию (минимальное сокращение мышцы) при силе тока, вдвое большей, чем порог гальванической возбудимости ее, представляющий реобазу.

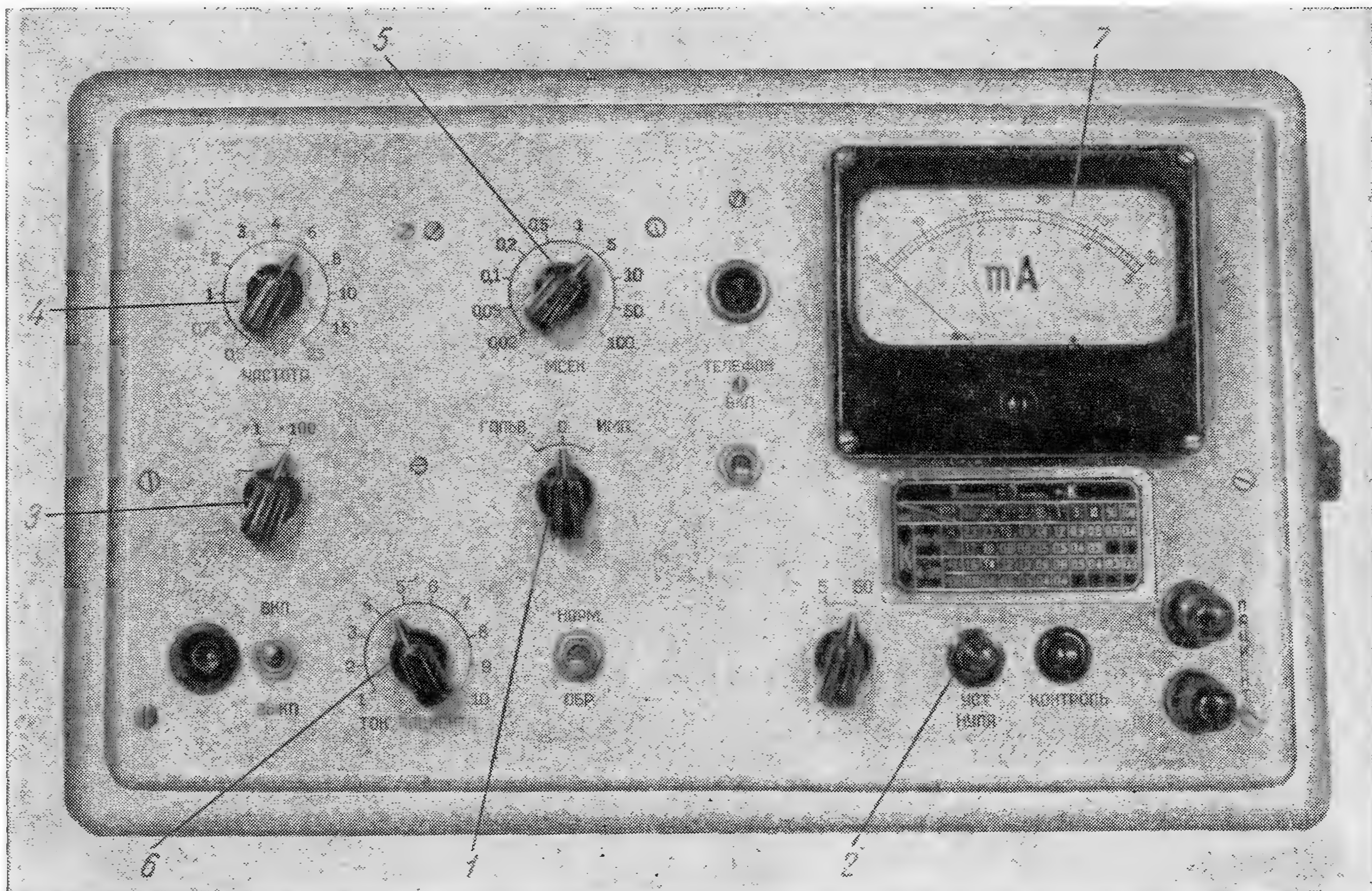
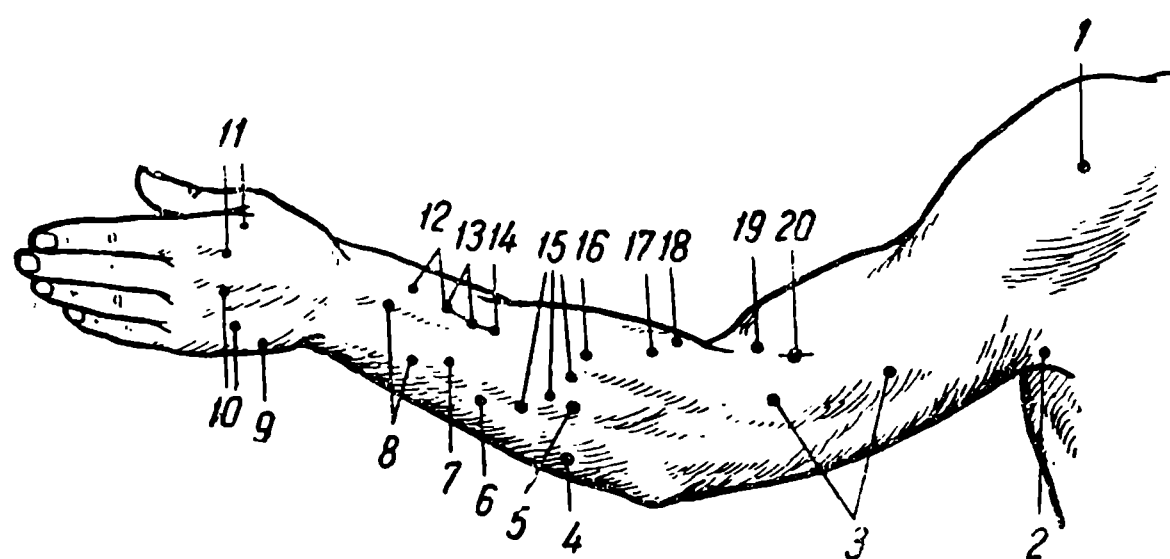


Рис. 139. Передняя панель электроимпульсатора — прибора для полного электродиагностического исследования возбудимости нервов и мышц (пояснения в тексте).

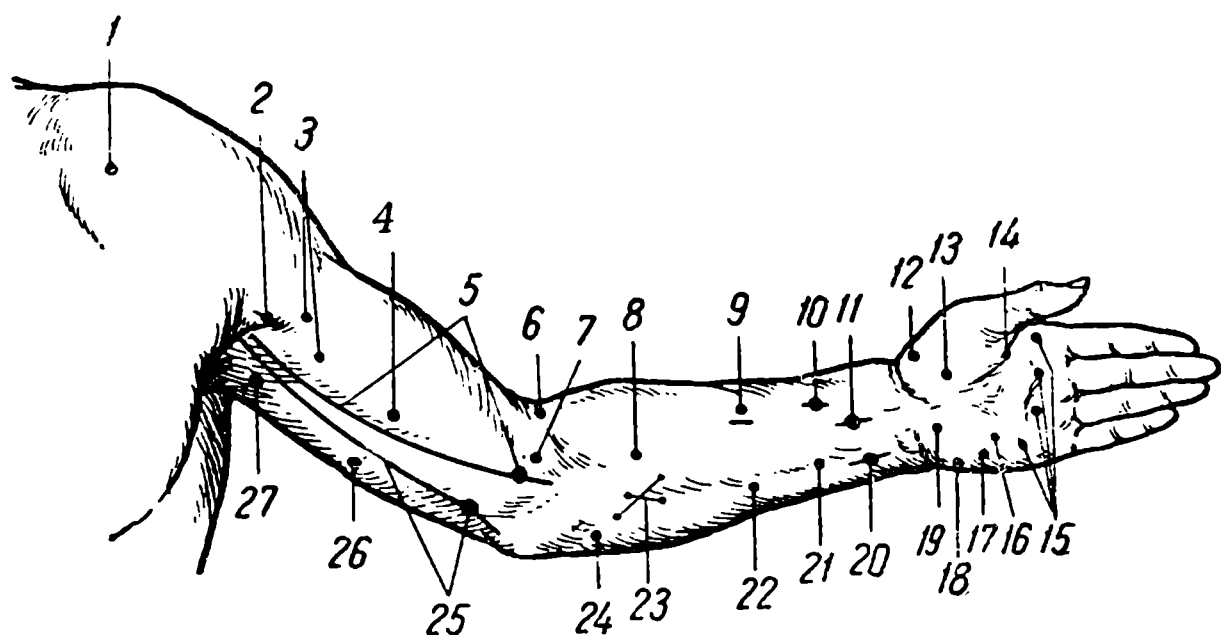
испытуемого. Активный (однополюсный) электрод покрывают небольшим кусочком ваты, затем марли, которые закрепляют резиновым кольцом и увлажняют. Включают прибор ЭИ-1 (рис. 139) и подключают электроды к клеммам «пациент» так, чтобы активный электрод был соединен с катодом. В процессе исследования активный электрод служит для нанесения изолированных раздражений на поверхность тела в так называемых двигательных точках, соответствующих наиболее поверхностному прохождению двигательных нервных стволов или местам вхождения в мышцу веточек ин-

Порядок проведения хронаксиметрии при этом следующий: а) включив аппарат, устанавливают переключатель вида тока (см. рис. 139, 1) в положение «гальв.»; б) ручкой «установка нуля» (2) устанавливают стрелку миллиамперметра на нуль; в) ручку переключателя диапазонов (3) устанавливают в положение «1», а ручку установки частоты (4) — на 1 или 0,5; при этом импульсы поступают в цепь пациента автоматически через 1—2 секунды; г) длительность импульсов (5) устанавливают 100 мсек; д) устанавливая активный электрод, соединенный с отрицательным полю-





А



Б

сом на «двигательные точки» (см. рис. 140) и поворачивая вправо ручку регулировки «ток пациента» (6), добиваются сокращения мышц; е) по шкале миллиамперметра (7) отмечают силу тока (реобазу), необходимую для получения порогового сокращения; ж) установив ручкой регулировки силы тока (6) удвоенную реобазу, последовательно уменьшают длительность импульса.

Истинная величина хронаксии равна минимальной длительности импульса, вызывающего возбуждение при силе тока, равной удвоенной реобазе.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте в тетрадь кривую «силы — времени», отметьте на ней «полезное время», «реобазу» и «хронаксию». 2. Запишите полученные результаты определения хронаксии.

**Ответьте на вопрос:** Будет ли играть роль фактор времени в скорости возникновения возбуждения нерва в случае применения сильных (супрамаксимальных) раздражителей?

Рис. 140. Схема расположения двигательных точек (по Эрбу).

## Г Л А В А XII

### ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Основной структурной и функциональной единицей нервной ткани является нейрон. Однако свойства центральной нервной системы не есть результат простой суммации свойств громадного числа составляющих ее отдельных нейронов. Здесь проявляется одно из основных положений диалектики, когда количество обуславливает новое качество.

В центральной нервной системе это происходит прежде всего за счет того, что каждый отдельный нейрон функционирует не сам по себе, а в связи с другими нейронами. Иными словами, нервная система состоит из огромного числа определенным образом организованных систем нейронов. Но и системы нейронов функционируют в центральной нервной системе не изолированно. Отдельные элементарные системы объединены в более сложные, а те в свою очередь входят в состав еще более сложных систем.

Таким образом, поражающая исследовате-

лей сложность строения мозга определяется как механизмами процессов, протекающих на клеточном уровне, так и организацией нейронных систем и связей между ними. При этом многообразие межнейронных отношений определяют не только их морфологически закрепленные связи, но и возникающие на их основе под влиянием внешних и внутренних раздражений функциональные взаимодействия. Благодаря им «архитектура» связей и соотношение возбужденных и находящихся в состоянии торможения структур в разных случаях различны.

Изучение центральной нервной системы показало, что наиболее сложные функции являются результатом ее интегративной деятельности. Только с функцией целостного мозга и всей центральной нервной системы могут быть связаны мышление, память, переработка информации, формирование сложных поведенческих актов и др. Поэтому современные исследования физиологии центральной нервной сис-

темы сочетают выяснение общих закономерностей ее работы с исследованием механизмов, лежащих в их основе.

## РАБОТА 1 (96)

### АНАЛИЗ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ

**Цель работы:** Доказать, что при нарушении целостности любого звена рефлекторной дуги рефлекс не осуществляется.

Рефлекс — это ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая с участием

**Проведение работы.** 1. Готовят спинальную лягушку. Подвешивают ее за нижнюю челюсть на штативе. Раздражают голень задней лапки фильтровальной бумагой, смоченной 0.5% раствором серной кислоты, и получают сгибательный рефлекс. Затем проводят в области бедра круговой разрез кожи и снимают ее с лапки. Вновь раздражают голень этой лапки кислотой и наблюдают отсутствие рефлекса.

2. Разрезают кожу бедра другой задней лапки той же лягушки и, отыскав седалищный нерв, отпрепаровывают его на протяжении 1.5—2 см. Подводят под нерв нитку, но не связывают ее. Вызывают рефлекс сгибания по-

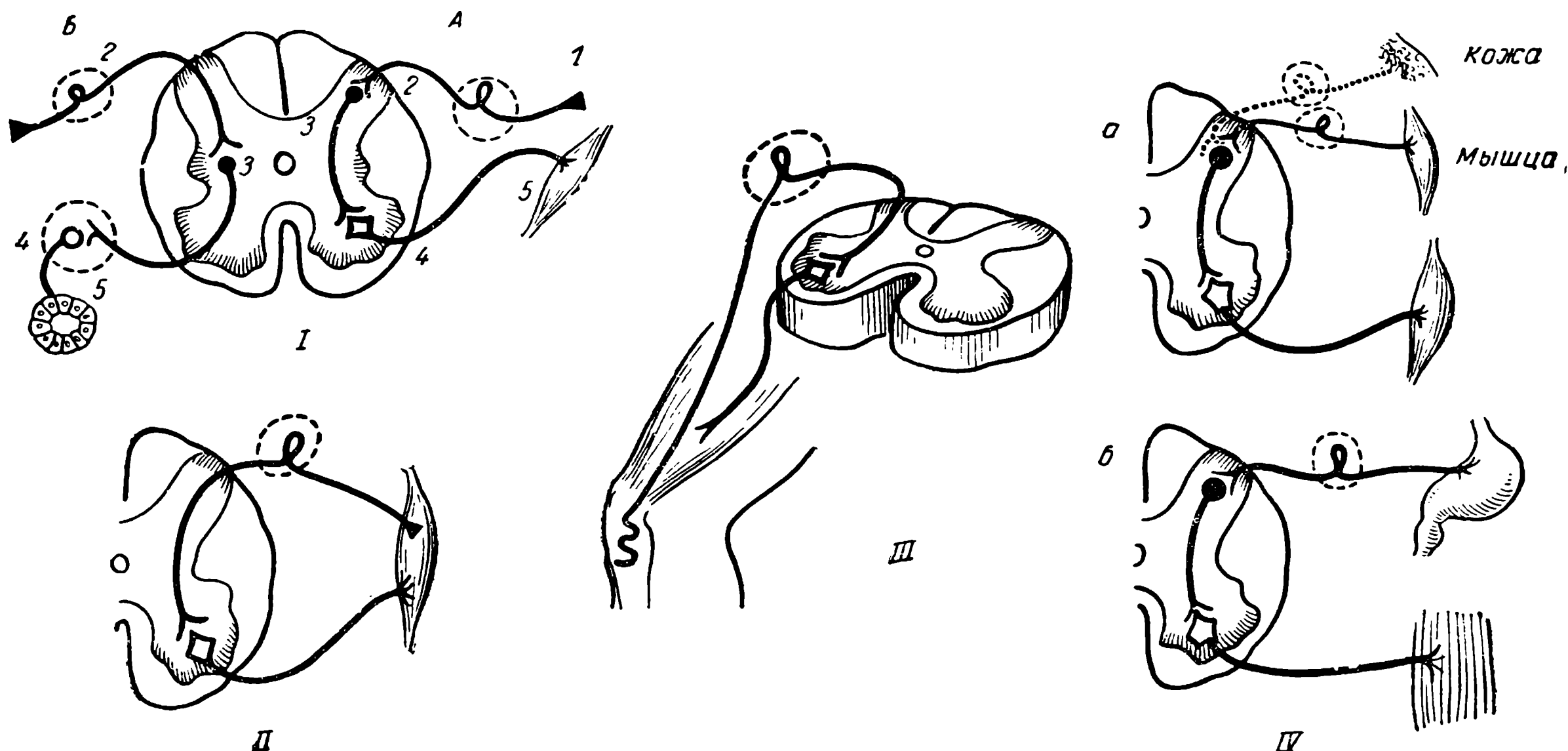


Рис. 141. Схемы рефлекторных дуг.

I — рефлекторные дуги соматического (А) и вегетативного (Б) рефлексов: 1 — рецепторы; 2 — афферентные нейроны; 3 — вставочные нейроны; 4 — эфферентные нейроны; 5 — эффекторы. II — гомонимная рефлекторная дуга. III — двухнейронная рефлекторная дуга коленного рефлекса. IV — гетеронимные рефлекторные дуги: а — рефлекторная дуга с рецепторами, заложенными в коже или мышцах; б — рефлекторная дуга с рецепторами, заложенными во внутренних органах.

центральной нервной системы. Морфофункциональной основой рефлекса является рефлекторная дуга. Она может быть двухнейронной (моносинаптической) и многонейронной (полисинаптической); различают также гомонимные и гетеронимные рефлекторные дуги (рис. 141). Рефлекс, начавшись с раздражения определенного рецептивного поля, заканчивается какой-либо приспособительной реакцией организма (двигательная, секреторная и др.).

**Для работы необходимы:** штатив с фиксатором для лягушки, препаровальная доска, булавки, фильтровальная бумага, вата, марля, набор препаровальных инструментов, раствор Рингера, раствор новокаина, 0,5% раствор  $H_2SO_4$ , лягушка.

щипыванием пальцев лягушки пинцетом. Затем подтягивают нерв за нитку и кладут под него ватку, смоченную новокаином, чтобы вызвать блокаду проведения возбуждения в чувствительных нервных волокнах. Через каждую минуту проверяют наличие рефлекса. Отмечают время, когда на раздражение пальцев лапки лягушки не будет отвечать сокращением. Сразу вслед за этим раздражают кожу выше уровня блокады нерва и убеждаются в наличии рефлекторного сгибания.

3. Убедившись в наличии рефлекса у спинальной лягушки, разрушают у нее спинной мозг (в спинномозговой канал вводят препаровальную иглу). Наблюдают исчезновение всех рефлексов.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте схему опыта. 2. На основании проведенных наблюдений сделайте выводы. 3. Зарисуйте схемы двух- и трехнейронной рефлекторных дуг.

**Ответьте на вопросы:** 1. Может ли рефлекторная дуга включать два или больше вставочных нейронов? 2. Охарактеризуйте рефлекторную дугу сухожильного сгибательного рефлекса предплечья.

---

#### РАБОТА 2 (97)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ КОРЕШКОВ СПИННОГО МОЗГА

---

**Цель работы:** Исследовать функциональную роль задних и передних корешков спинного мозга лягушки.

Задние корешки образуются волокнами афферентных нервов, тела их нейронов находятся в спинномозговых узлах (ганглиях). В передних рогах спинного мозга располагаются двигательные нервные клетки (мотонейроны), которые посылают свои аксоны на периферию к мышцам в составе передних корешков спинного мозга.

#### Задача 1.

#### Перерезка передних и задних корешков спинного мозга лягушки

Функция корешков спинного мозга отчетливо выступает, если у лягушки перерезать на одной стороне задние корешки, а на другой — передние, а затем раздражать кожу попеременно то на одной, то на другой задней лапке.

**Для работы необходимы:** препаровальная доска и набор препаровальных инструментов, эфир или алкоголь для наркоза, раствор Рингера, вата, лягушка.

**Проведение работы.** Слабо наркотизированную лягушку укрепляют на препаровальной доске. Рассекают кожу по средней линии и отпрепаровывают мышцы по обеим сторонам позвоночника. Затем срезают дуги четырех последних позвонков и снимают оболочку спинного мозга. Аккуратно подрезают с одной стороны задние корешки. На другой стороне, осторожно отодвинув стеклянными крючками (приготовленными заранее) задние корешки, перерезают передние корешки. После этого рану зашивают и оставляют лягушку на 3—4 часа. Через указанный срок или на следующий день можно проводить наблюдение. Сильное раздражение (щипок пинцетом) лапки той стороны, где сохранены задние корешки, вызывают реф-

лекторную реакцию всех конечностей, кроме раздражаемой, которая остается неподвижной, с расслабленной мускулатурой. Раздражение другой лапки, на той стороне, где сохранены передние корешки и перерезаны задние, не дает никакого эффекта, но раздражение любой другой части тела вызывает сокращение и этой конечности.

#### Задача 2.

#### Отведение биоэлектрических потенциалов от передних и задних корешков спинного мозга лягушки

**Для работы необходимы:** установка для исследования потенциалов действия, препаровальная доска, набор препаровальных инструментов, раствор Рингера, вата, булавки, лягушка.

**Проведение работы.** На декапитированной лягушке, укрепленной на препаровальной доске, широким разрезом посредине обнажают мышцы спины. Осторожно отделяют их от позвоночника. Удаляют на протяжении 1—1,5 см верхнюю костную стенку спинномозгового канала. Подводят под задние корешки отводящие электроды и подключают их ко входу усилителя. Передние корешки помещают на стимулирующие электроды и подключают их к выходу стимулятора (рис. 142, А).

Раздражают одиночными ударами тока передние корешки и убеждаются, что в задних корешках при этом потенциалы действия не возникают.

Меняют расположение электродов. Теперь раздражение наносят на задние корешки, и можно наблюдать, как на каждый удар в передних корешках возникают высокоамплитудные биоэлектрические потенциалы (рис. 142, Б).

Меняя амплитуду одиночных стимулов и применяя ритмические стимулы различной частоты, наблюдают за изменениями характера отводимых потенциалов. По калибровочным меткам определяют их характеристики.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте схему установки и характер наблюдавшихся потенциалов, укажите их характеристики: латентный период, длительность, амплитуду. 2. Отметьте, какие изменения потенциалов наступали при изменении характера раздражителя.

**Ответьте на вопросы:** Стимулирующие электроды расположены на неперерезанных задних корешках спинного мозга. Будут ли при их стимуляции отводиться потенциалы от периферической части соответствующего им нерва?



**Цель работы:** Определить, сколько времени необходимо для распространения возбуждения по рефлекторной дуге сгибательного рефлекса

задней лапки спинальной лягушки (по способу Тюрка).

**Для работы необходимы:** штатив, метроном или секундомер, набор препаровальных инструментов, вата, 0,1%, 0,3%, 0,5% растворы  $H_2SO_4$ , лягушка.

**Проведение работы.** Готовят спинальную лягушку и закрепляют ее на штативе. Погружа-

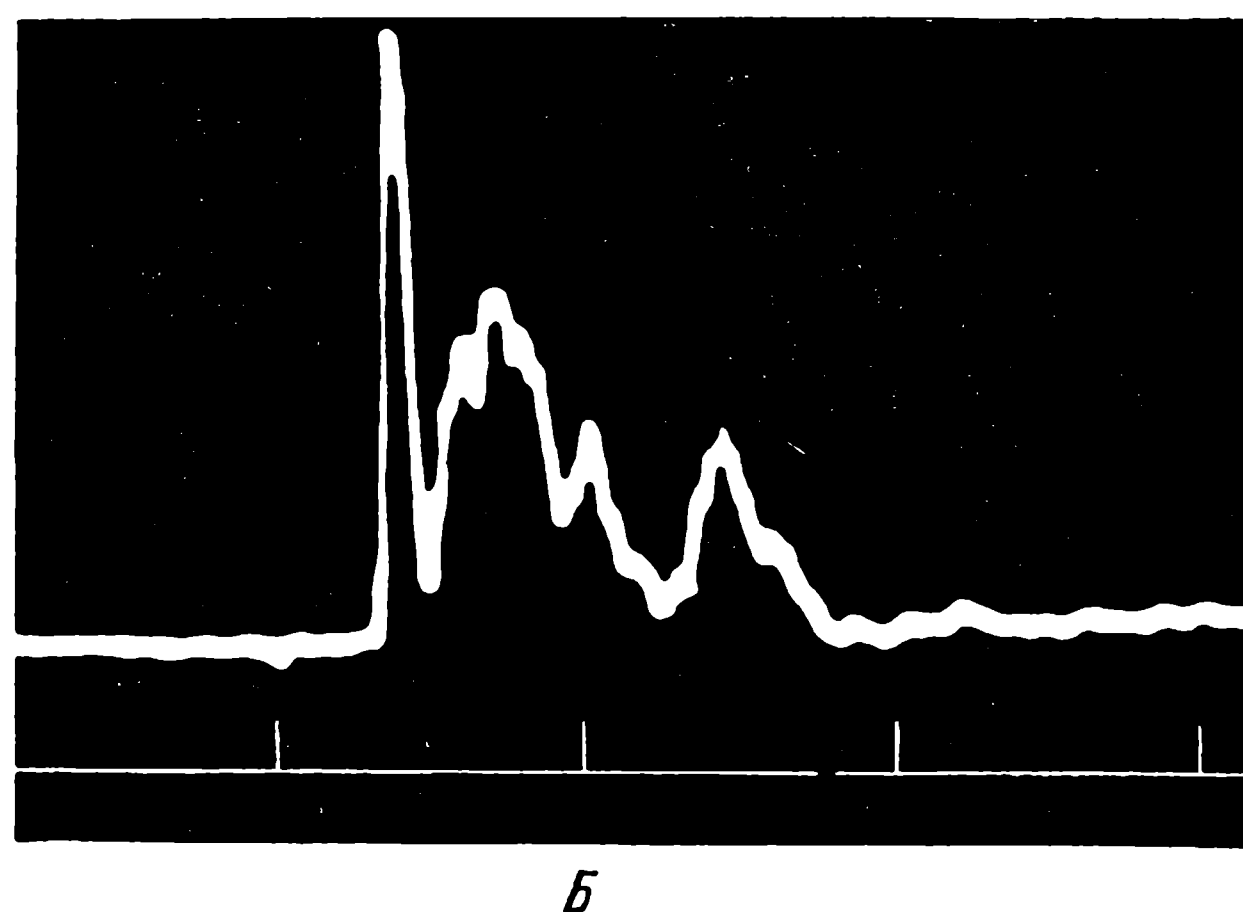
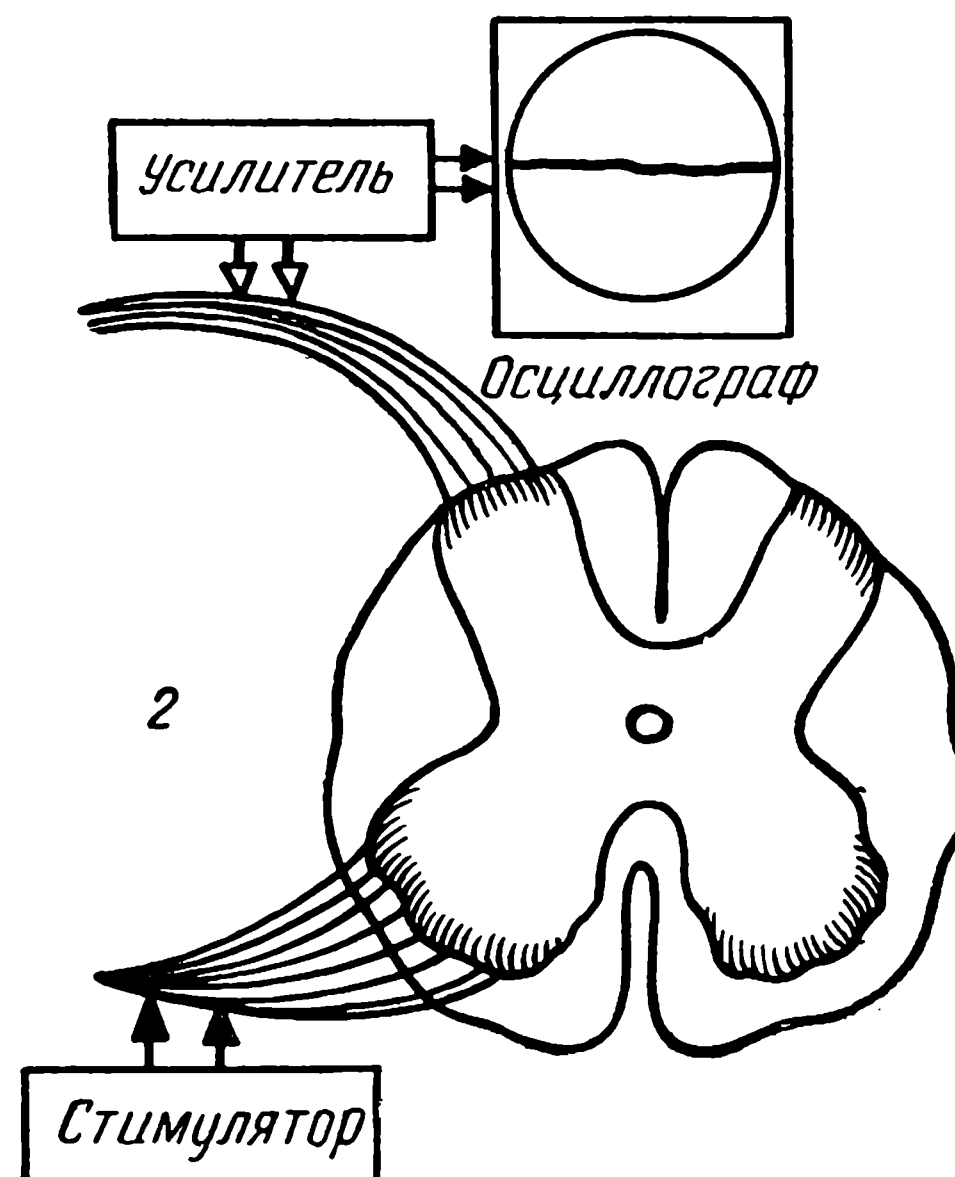
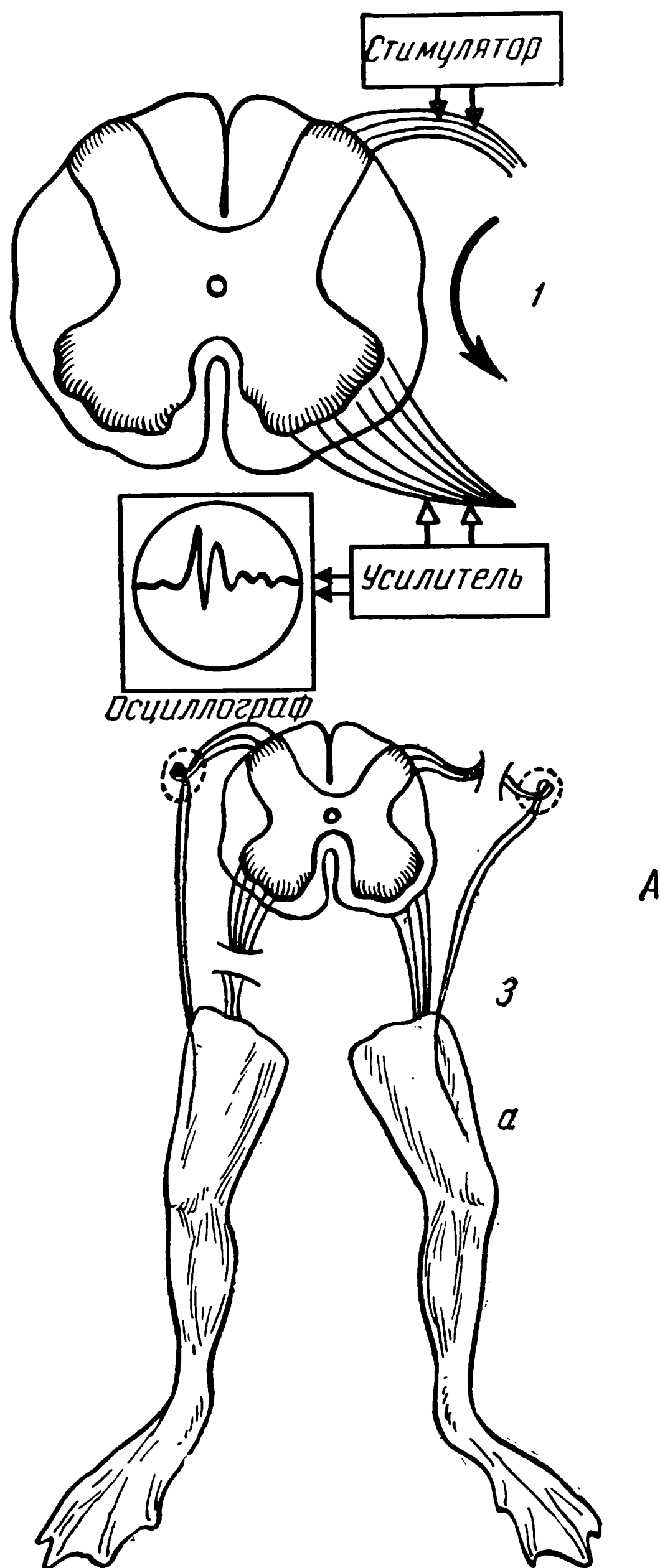


Рис. 142. Схема опыта для изучения функции спинномозговых корешков.

А: 1 — раздражение задних корешков и отведение потенциалов действия от передних; 2 — раздражение передних корешков и отведение от задних; 3 — перерезка задних корешков слева и передних справа. Б — электрические разряды в переднем корешке спинного мозга кошки, возникающие при раздражении заднего корешка того же сегмента. Внизу — отметка времени 5 мсек (по D. Loyd).

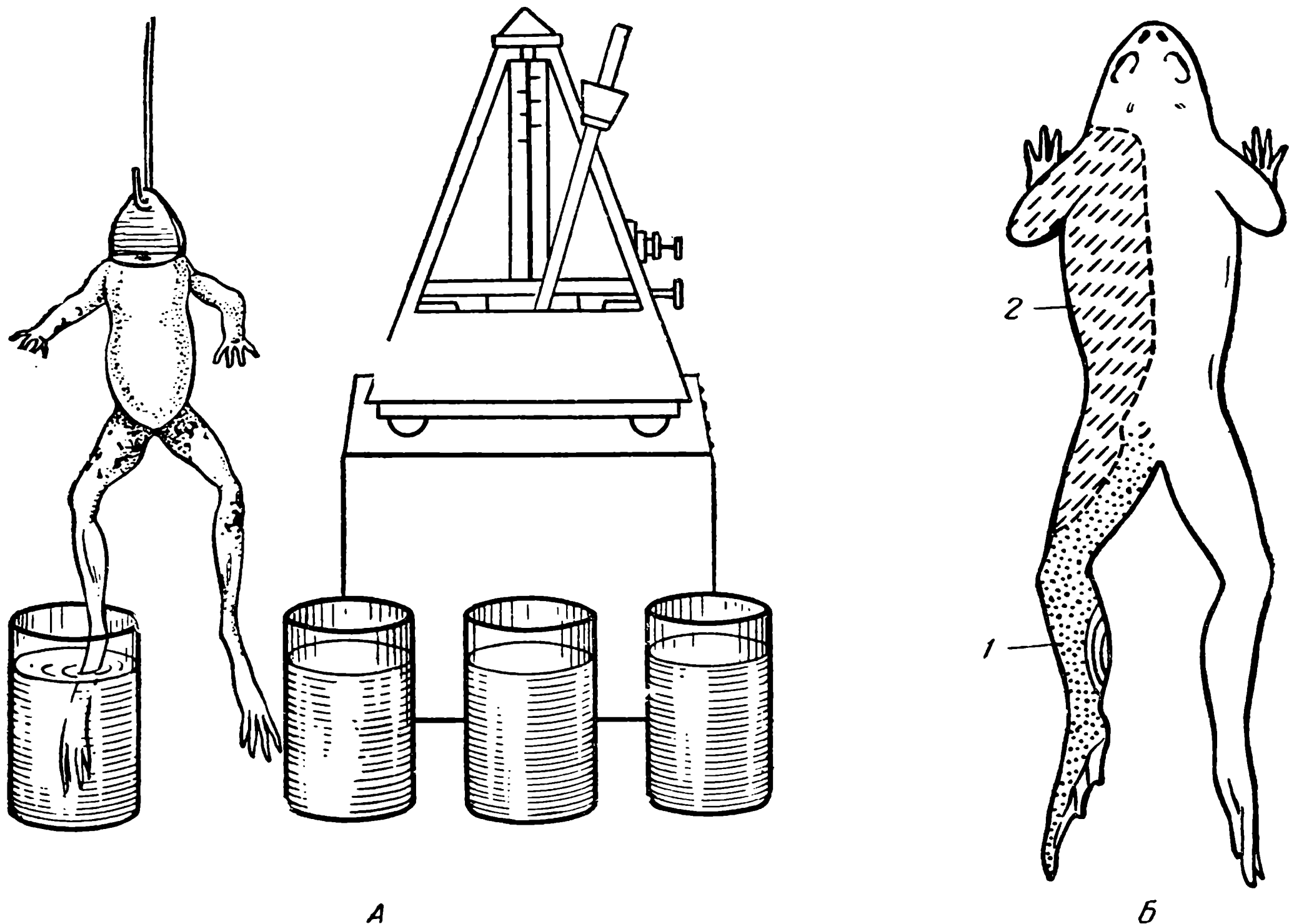


Рис. 143. А — определение времени рефлекса по Тюрку (схема опыта). Б — рецептивные поля спинномозговых рефлексов: 1 — сгибательного; 2 — потирательного.

ют одну из задних лапок препарата до уровня коленного сустава в стакан с 0,1% раствором серной кислоты и одновременно пускают в ход секундомер или метроном с частотой 1 удар в секунду (рис. 143). Отсчитывают время от момента погружения лапки в кислоту до начала сгибательного рефлекса раздражаемой конечности. Проведя измерение, обмывают препарат водой. Повторяют этот опыт 2—3 раза с интервалами 2—3 минуты и вычисляют среднее время рефлекса для данной силы раздражения. Затем проделывают это с 0,3% и 0,5% растворами кислоты.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Запишите схему опыта. 2. Запишите время рефлекса для каждой силы раздражителя.

**Ответьте на вопросы:** 1. Что называется латентным (скрытым) периодом рефлекса? 2. Как зависит латентный период рефлекса от силы раздражения?

#### РАБОТА 4 (99)

#### РЕЦЕПТИВНОЕ ПОЛЕ СПИННОМОЗГОВОГО РЕФЛЕКСА

**Цель работы.** Знакомство с некоторыми закономерностями спинномозговых рефлексов.

Различные рефлекторные акты могут быть воспроизведены раздражением определенных участков тела, в которых заложены рецепторные аппараты, связанные с рефлекторными дугами данного рефлекса. Следовательно, каждый рефлекс имеет свое рецептивное поле, т. е. тот участок тела, при раздражении которого этот рефлекс возникает. Однако один и тот же участок тела, например кожи, может быть рецептивным полем одного, двух или даже нескольких рефлексов. Характер ответной реакции при раздражении рецептивного поля зависит не только от его местоположения на теле, но и от силы и продолжительности раздражения, а также от функционального состояния нервных центров. Элементарные безусловные рефлексы можно изучать на животном и после удаления головного мозга или отделения его от спинного перегородкой. Такие реакции называются спинномозговыми рефлексам.

**Для работы необходимы:** штатив, набор препаровальных инструментов, кусочки фильтровальной бумаги, 0,1%—0,3% и 0,5% растворы HCl, раствор Рингера, вата, лягушка.

**Проведение работы.** Удаляют у лягушки головной мозг и получают препарат спинальной лягушки. Выжидают 2—3 минуты, пока пройдет шок, и подвешивают лягушку за нижнюю

челюсть к пробке или крючку, закрепленным в штативе.

Нарезают небольшие куски фильтровальной бумаги (4—6 мм). Один из них смачивают в 0,1% растворе соляной кислоты и пинцетом помещают на наружную поверхность кожи голени задней лапки. Наблюдают сгибательную реакцию соответствующей конечности. Смывают кислоту, погружая лапку в стакан с водой. Проводят раздражение той же лапки лягушки 0,3%, а затем 0,5% раствором кислоты.

Выбирают ту силу раздражения, при которой обнаруживается наиболее четкий сгибательный рефлекс. Затем бумажку, смоченную кислотой выбранной концентрации, помещают на боковую поверхность брюшка. Спустя некоторое время наблюдается защитный рефлекс — лягушка сбрасывает раздражающий агент ближайшей лапкой. Накладывают бумажку на наружную поверхность передней лапки, на брюшко, ближе к грудной части, между передними и задними лапками. При этом каждый раз отмечают характер реакции, вызываемой раздраже-

нием данного рецептивного поля. Интервалы между раздражениями должны быть не меньше 2—3 минут, после каждого раздражения лягушку погружают в стакан с водой и смывают остатки кислоты.

**Рекомендации к оформлению работы:** Зарисуйте схему рецептивного поля наблюдавшегося Вами защитного рефлекса.

**Ответьте на вопрос:** Какие можно привести примеры различных рефлексов, имеющих общие рецептивные поля?

#### РАБОТА 5 (100)

#### ЦЕНТРАЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ СПИННОМОЗГОВЫХ РЕФЛЕКСОВ — ОПЫТ И. М. СЕЧЕНОВА (1862 г.)

**Цель работы:** Убедиться в наличии внутрицентральных нисходящих тормозящих влияний в нервной системе.

**Для работы необходимы:** штатив, метроном или секундомер, набор препаровальных инстру-

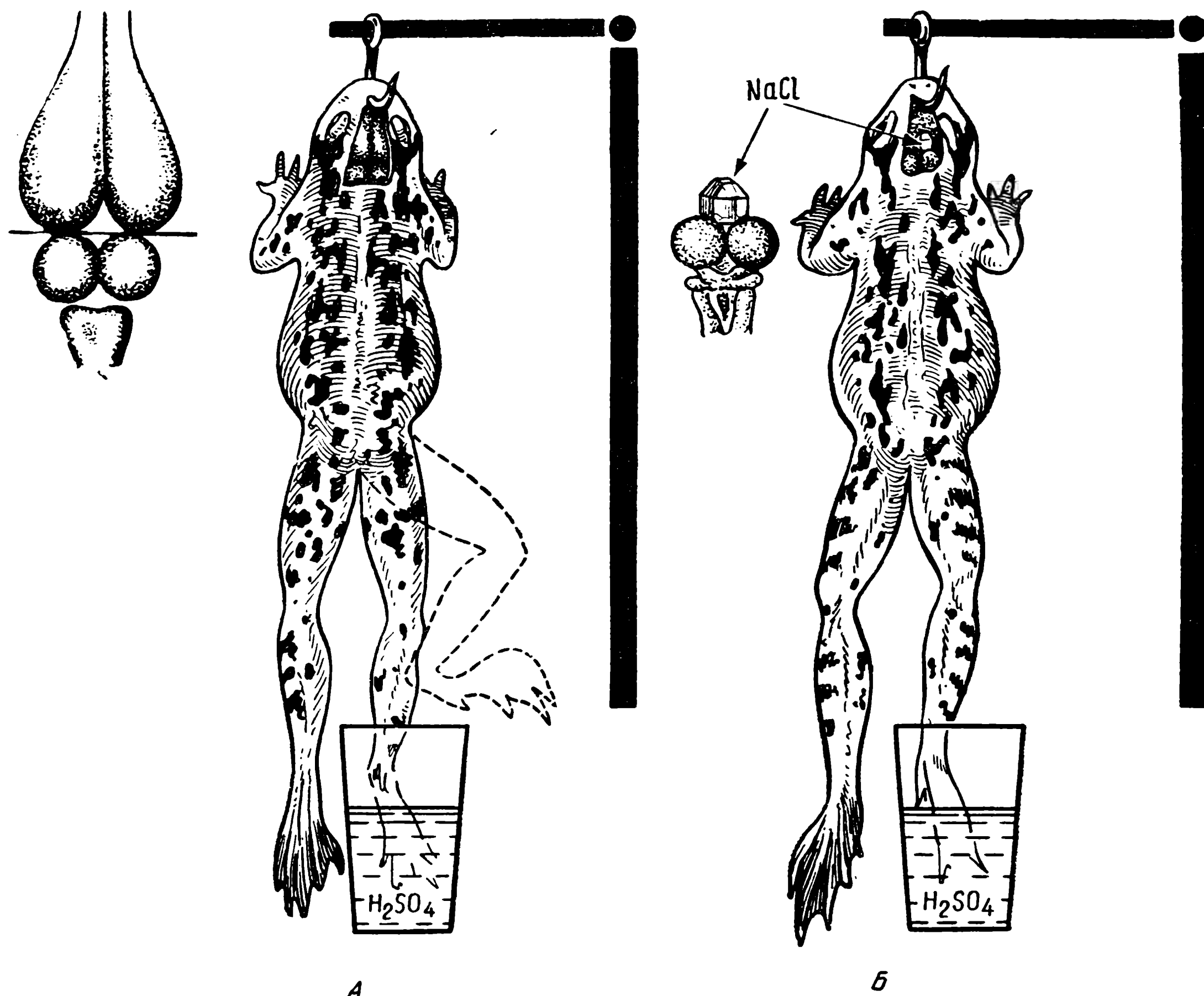


Рис. 144. Схема опыта И. М. Сеченова для демонстрациявлений внутрицентрального торможения до (А) и после (Б) наложения на зрительные буры кристаллика  $NaCl$ .



ментов, три химических стакана на 100 мл, стакан на 200 мл, вата, кристаллы поваренной соли, 0,5% раствор HCl, лягушка.

**Проведение работы.** Обнажают у лягушки головной мозг. Это делают следующим образом. Завернутую в полотенце лягушку держат в левой руке и проводят Т-образный разрез кожи на голове. Срезают все кожные лоскуты и оголяют черепную коробку. Острую браншу маленьких ножниц вводят в полость черепа и делают поперечный разрез черепной крышки, скользя ножницами по внутренней поверхности черепа, чтобы не повредить мозг. После этого разрезают кость по бокам черепа и удаляют черепную крышку. Найдя в головном мозге область зрительных бугров (чертогов), острым скальпелем проводят над ними поперечный разрез и вычерпывают ткань мозга выше разреза (рис. 144).

Подвешивают лягушку за нижнюю челюсть на штативе и определяют время рефлекса по методу Тюрка. Через 2—3 минуты, предварительно осушив поверхность головного мозга фильтровальной бумагой, наносят кристаллик поваренной соли на зрительные чертоги и непосредственно после этого определяют время рефлекса. После этого кристаллик соли удаляют, а мозг тщательно отмывают физиологическим раствором. Через 5 минут вновь определяют время рефлекса.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Запишите время рефлекса, полученное при первом, втором и третьем определениях. 2. Сформулируйте основной вывод из проведенных Вами наблюдений.

**Ответьте на вопрос:** Кто и в какой постановке опыта вновь «открыл» явление торможения вышележащими отделами мозга периферических двигательных рефлексов?

---

#### РАБОТА 6 (101)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ РЕФЛЕКТОРНОЙ РЕАКЦИИ У ЧЕЛОВЕКА

---

**Цель работы:** Познакомиться с современной методикой определения скорости рефлекторных реакций у человека с помощью аппарата телехронорефлексометра или радиорефлексометра.

Время рефлекторной «психической» реакции человека складывается из собственного латентного периода реакции и дополнительных задержек, связанных с индивидуальными особенностями испытуемого. Кроме того, оно зависит от функционального состояния испытуемого в данный момент, а также от навыков,

тренированности обследуемого в случаях многократного воспроизведения данной реакции. Однако для каждого испытуемого характерно более или менее определенное время реакции, колеблющееся лишь в небольших пределах при выполнении каких-либо однотипных или сходных задач, но значительно изменяющееся в зависимости от их сложности.

**Для работы необходимы:** телехронорефлексометр (ТХР-256) или радиорефлексометр (РРМ-59) (рис. 145), манжетка на палец с электродами для электрического раздражения кожи, электростимулятор, устройство для подачи некоторых других видов раздражителей (например, световых, звуковых, тактильных, тепловых и пр.), два телеграфных ключа, датчик дыхания (или термодатчик), ларингофон (входит в комплект прибора).

**Проведение работы.** Для проведения экспериментов с использованием радиорефлексометра к гнездам «реле» подключают какое-либо устройство, обеспечивающее в момент замыкания контактов «ключа I» подачу раздражителей (электрическая лампочка, звукогенератор, звонок, механическая касалка, телефон — для предъявления речевых раздражений и т. п.). К гнездам «ключа II» подключают другое устройство, обеспечивающее замыкание контактов или генерирующее электрический импульс (телеграфный ключ, датчики давления, движения, дыхания и т. п.) под влиянием начала ответной реакции. Радиорефлексометр начинает отсчет времени в момент начала ответной реакции. В тех случаях, когда в качестве ответной реакции используются словесные ответы, испытуемый должен говорить в микрофон, подключаемый к гнездам «ключа II». В тех же целях на шее испытуемого могут быть укреплены ларингофоны, также подключаемые к гнездам «ключа II». Таким образом, радиорефлексометр с точностью до 0,0001 секунды фиксирует время между началом действия раздражителя и началом ответной реакции человека.

Для приведения прибора в готовность перед началом эксперимента нажимают кнопку «сброс», при этом счетное устройство переходит в устойчивое состояние равновесия и на передней панели на всех пересчетных декадах загораются лампочки, соответствующие 0. Счетное устройство включается автоматически одновременно с включением раздражителей, выключается оно одновременно с началом реакции. После выключения счетного устройства лампочки, горящие на соответствующих декадах, показывают время скрытого периода реакции. Например, если горящие лампочки соответствуют цифрам 2, 4, 9, 5 соответственно на

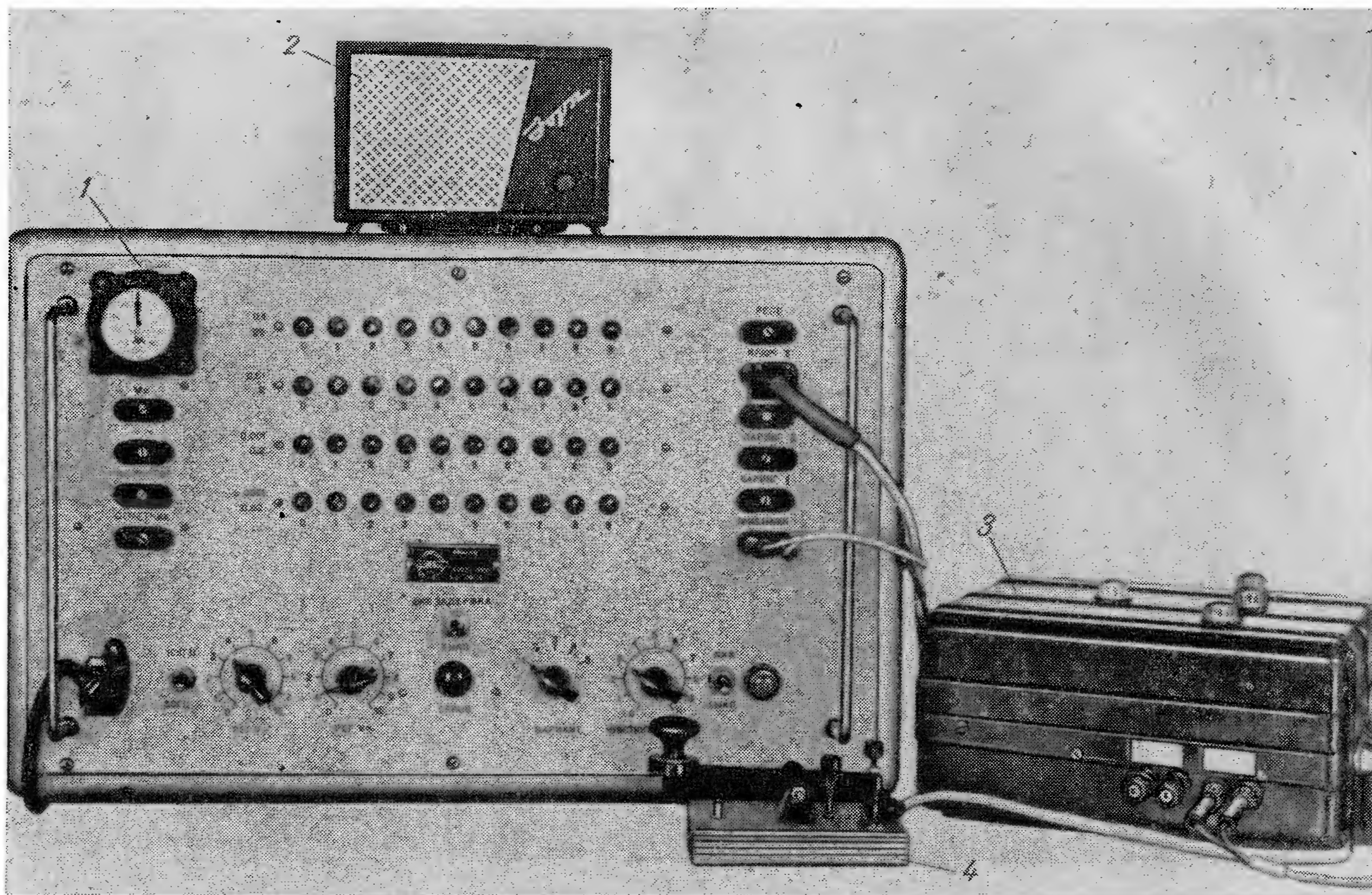


Рис. 145. Общий вид радиорефлексометра и установки для определения времени рефлекторной реакции человека. 1 — радиорефлексометр; 2 — динамик; 3 — пульт управления для подачи раздражителей; 4 — телеграфный ключ.

первой, второй, третьей и четвертой декадах, то это соответствует времени 0,2495 секунды.

Экспериментатор предъявляет испытуемому тот или иной (световой, звуковой, тепловой, кожно-механический, электрический или словесный) раздражитель. В соответствии с полученной перед началом исследования инструкцией испытуемый реагирует на раздражитель тем или иным движением, выдохом, словом; начало реакции автоматически останавливает счетную схему.

В другом варианте опыта радиорефлексометр позволяет измерять продолжительность протекания непосредственно самой ответной реакции и одновременно в относительных единицах регистрировать ее интенсивность.

#### Задача I.

#### Определение времени двигательной реакции на болевое раздражение

Радиорефлексометр включают в сеть и переключателем «вариант» устанавливают I режим работы. К гнездам «реле» подключают контак-

ты выносной пусковой кнопки электростимулятора, а к гнездам «ключ I» и «ключ II» — телеграфные ключи. Стимулятор может работать в режиме одиночной или ритмической генерации импульсов. Испытуемого помещают перед прибором и надевают ему на палец манжетку с раздражающими электродами. Определяют порог электрического раздражения, начиная с минимальных длительности и амплитуды выходных импульсов. Для дальнейшей работы используют раздражитель, несколько превышающий пороговый.

Испытуемому перед началом опыта дается инструкция, согласно которой он должен, как только почувствует действие раздражителя, нажать на телеграфный «ключ II», которым прерывается раздражение и останавливается счетная схема. Перед началом опыта следует провести несколько тренировочных упражнений, точно воспроизводящих схему опыта.

После сигнала «Приготовиться!» экспериментатор телеграфным «ключом I» включает раздражитель. После того как испытуемый нажмет на ключ, экспериментатор записывает



время реакции по показанию радиорефлексометра. Определение проводят 5 раз, а затем вычисляют среднее время реакции. Повторяют опыт поочередно на нескольких испытуемых, после чего сравнивают полученные результаты.

### **Задача 2.**

#### **Определение времени различных произвольных ответных реакций на болевое раздражение**

Коммутация схемы установки и проведение работы такие же, как и в задаче 1, за следующим исключением:

1. К гнездам «ключ II» вместо телеграфного ключа, которым испытуемый выключал раздражитель и останавливал отсчет времени, подключают датчик дыхания, а к гнездам «ларинг II» — штекеры ларингофона. Датчик дыхания (или чувствительный термодатчик) располагают перед испытуемым на штативе, а ларингофон укрепляют на шее.

2. Испытуемому дается инструкция сделать резкий выдох или громко произнести любое слово, начинающееся с гласной буквы, как только он почувствует действие раздражителя.

Чтобы отсчет времени прерывался началом ответной реакции, необходимо предварительно регулятором чувствительности произвести настройку прибора. Для каждого вида реакции определение проводят 5 раз и вычисляют среднее время. Опыт повторяют на нескольких испытуемых.

### **Задача 3.**

#### **Определение колебаний времени реакции в зависимости от качества раздражителя**

Коммутация установки и проведение работы осуществляют так же, как и в задаче 2, за исключением того, что испытуемому дается инструкция нажимать на ключ, когда он увидит свет (или услышит звук, почувствует тепло, прикосновение и т. п.). После нескольких тренировочных упражнений проводят по 5 определений для каждого раздражителя и вычисляют среднее время реакции.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Сделайте заключение, обобщающее полученные данные. 2. Зарисуйте схему коммутации установки.

**Ответьте на вопрос:** Чем объясняется разница во времени реакций в ответ на действие различных раздражителей?

### **РАБОТА 7 (102)**

#### **ОТВЕДЕНИЕ БИОТОКОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА — ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ**

**Цель работы:** Знакомство с методикой электроэнцефалографии.

Наиболее широко распространенным способом регистрации (как в клинических, так и в лабораторных условиях) суммарной биоэлектрической активности различных отделов головного мозга человека является регистрация ее с помощью чернильнопишущего аппарата специального назначения — электроэнцефалографа (рис. 146, А). При этом способе биотоки головного мозга регистрируются непосредственно с поверхности черепа с помощью электродов, накладываемых на кожу головы (рис. 146, Б).

Биоэлектрические явления на электроэнцефалограмме человека могут быть выражены периодическими и аperiodическими волнами различного вольтажа и частоты. Выделяют несколько видов периодических колебаний потенциала коры головного мозга человека: альфа-, бета-, тета- и дельта- волны. Альфа-ритм особенно отчетливо наблюдается на электроэнцефалограмме бодрствующего человека, находящегося в состоянии умственного и физического покоя, преимущественно в затылочной и теменной областях, и выражается в виде периодических колебаний частотой 8—13 в секунду и амплитудой до 100 мкВ. Бета-ритм характеризуется частотой 18—30 колебаний в секунду и амплитудой до 25 мкВ. Он приходит на смену альфа-ритму при умственной и физической деятельности. Тета-ритм представляет собой колебания потенциала частотой 4—8 колебаний в секунду и амплитудой до 150 мкВ, а дельта-ритм характеризуется колебаниями частотой 0,5 в секунду и амплитудой до 300 мкВ. Последние два вида колебаний регистрируются во время сна, при наркозе и в условиях патологии (рис. 147, А).

Описанные виды ритмической биоэлектрической активности могут наблюдаться в различных отделах коры больших полушарий головного мозга и зависят от их функционального состояния (рис. 147, А, Б). У большинства людей в состоянии бодрствования при отсутствии сильных раздражителей регистрируется альфа-ритм, особенно четко проявляющийся в затылочных и теменных отведениях. При действии любого нового раздражителя возникает ориентировочная реакция, которая на электроэнцефалограмме человека сопровождается возникновением реакции десинхронизации (акти-



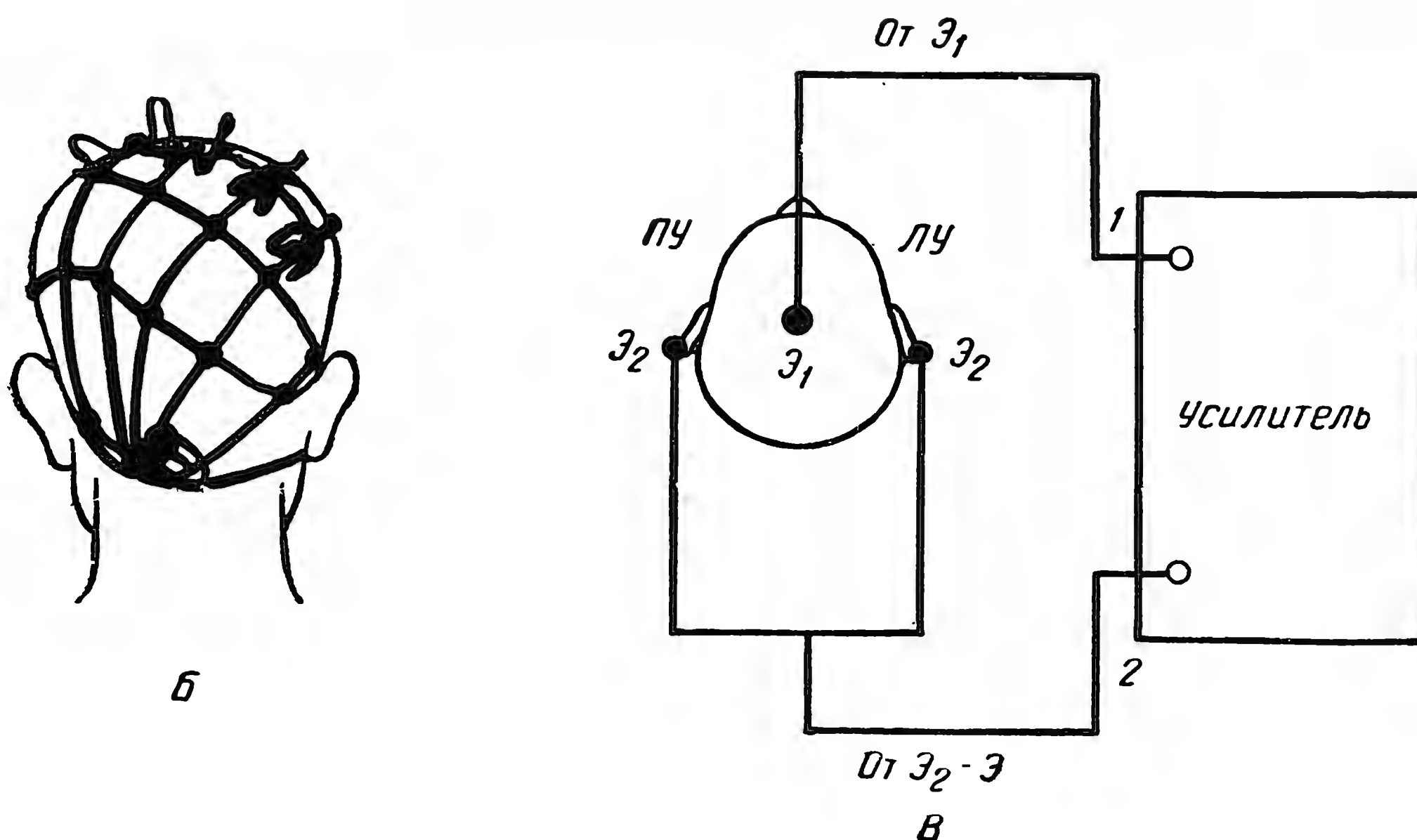
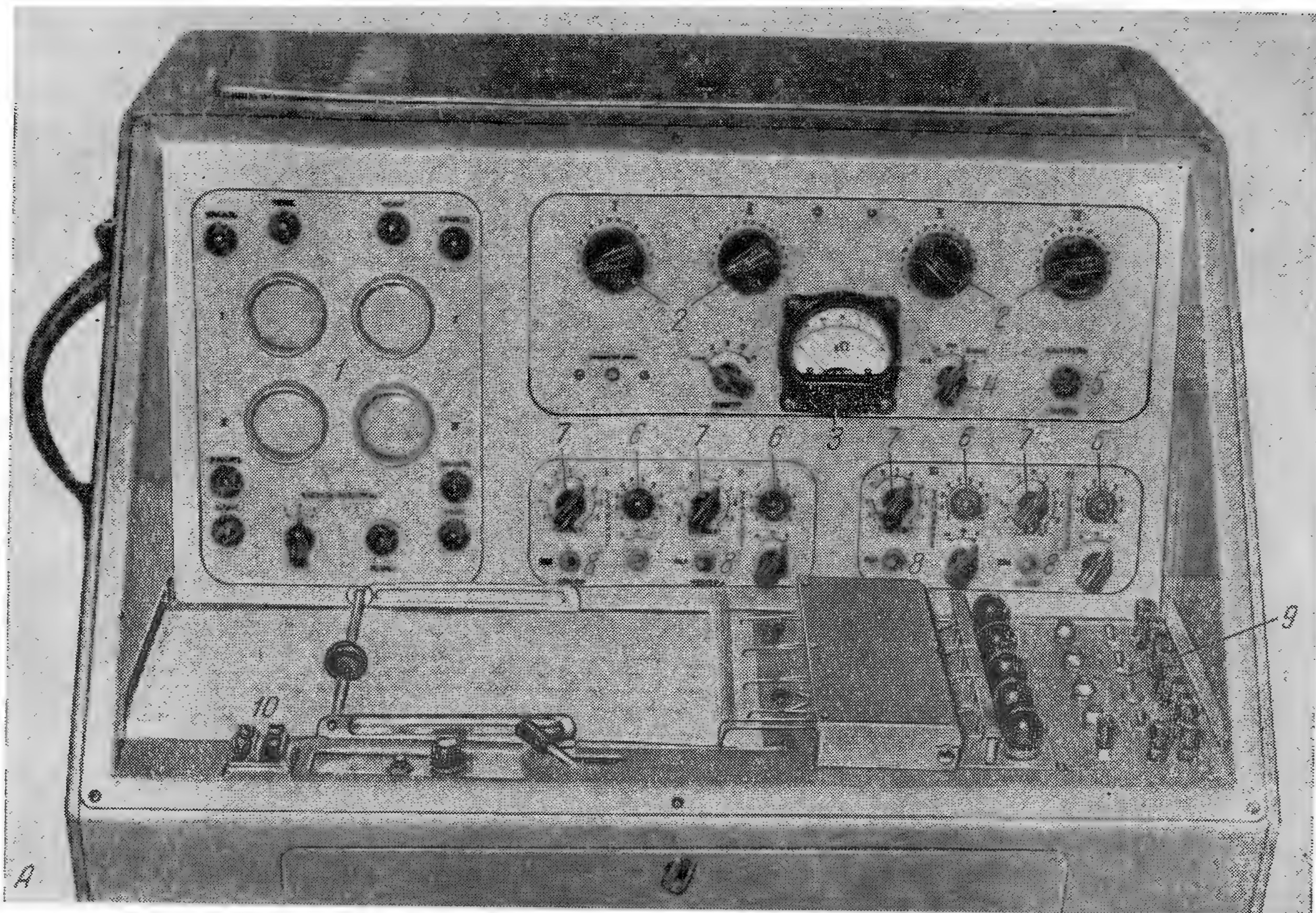


Рис. 146. Электроэнцефалография.

А — четырехканальный электроэнцефалограф ЭЭГ-4; 1 — экран электроннолучевых трубок; 2 — коммутаторы отведений; 3 — индикатор для определения межэлектродного сопротивления; 4, 5 — калибратор усиления; 6 — регулировка усиления; 7 — фильтры; 8 — тумблеры выключения фильтров; 9 — тумблеры включения гальванометров; 10 — переключатель скоростей лентопротяжного механизма. Б — схема крепления электродов на поверхности черепа (энцефалографический шлем). В — принципы наложения электродов и отведение энцефалограммы у человека; ПУ и ЛУ — правое и левое ухо; Э<sub>1</sub> — дифференциальный электрод; Э<sub>2</sub> — индифферентные электроды.

вации) и подавлением альфаритма. Особенно выраженная реакция десинхронизации наблюдается при действии внезапного звука (рис. 147, А, I).

Для работы необходимы: электроэнцефалограф (ЭЭГ16-01 или ЭЭГ-4), экранированная камера, фотофоностимулятор (ФФС1-01),

шлем с электродами, специальная электродная паста.

**Проведение работы.** Регистрацию проводят в специальной экранированной камере, предохраняющей (экранирующей) объект от воздействия внешних электрических и магнитных полей. Электрические колебания мозга отводят

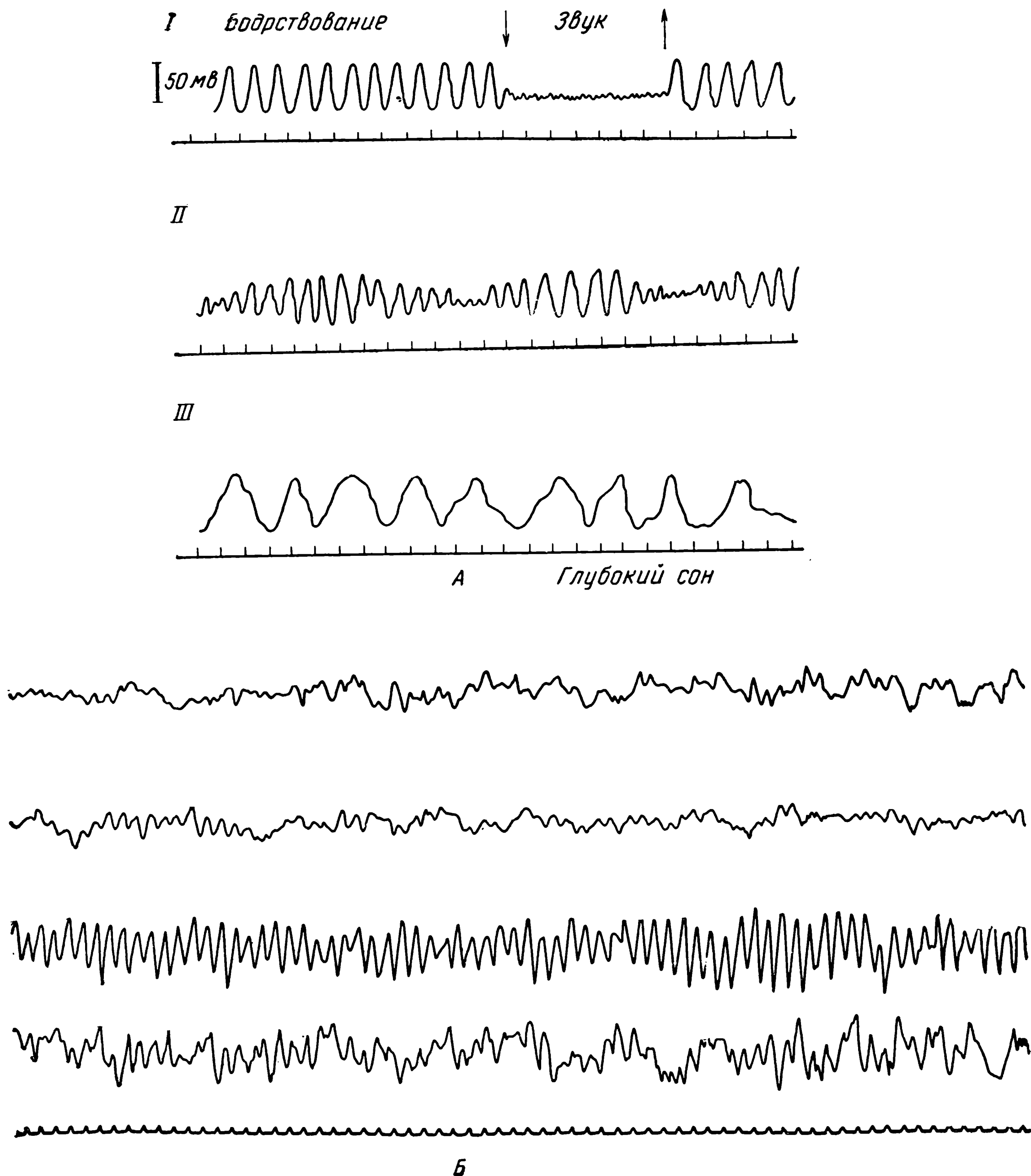


Рис. 147. Электроэнцефалография.

А — схема электроэнцефалограмм человека при различных физиологических состояниях: I — бодрствование и развитие реакции десинхронизации на звук; II — веретенноподобные колебания — переходное состояние от бодрствования ко сну; III — глубокий сон (дельта-волны), Б — ЭЭГ человека, записанная в спокойном состоянии.



с помощью специального электродного устройства, которое состоит из отводящих электродов и держателя электродов в виде шлема (см. рис. 146, Б). Электроды экранированным шлангом соединяют с распределителем, который располагается на панели электроэнцефалографа (см. рис. 146, А, 2). Вращениями ручек можно соединять усилители с электродами в любых комбинациях.

Электроды должны обеспечивать надежный контакт с кожей и не иметь большого сопротивления. Последнее перед опытом измеряют для каждого электрода в отдельности, причем для удовлетворительной регистрации необходимо добиваться, чтобы сопротивление не превышало 10—15 Ком.

Схема расположения отводящих электродов на голове испытуемого может быть различной. Предложено несколько вариантов стандартных отведений, используемых и в клинике, и в эксперименте (см. рис. 146, В).

После того как электроды укреплены на голове испытуемого и подготовка установки закончена, устанавливают диапазон регистрируемых частот в пределах 2—75 гц. Включают пишущие гальванометры и наблюдают за поведением перьев; устанавливают необходимое усиление (по амплитуде отклонения перьев). Затем включают лентопротяжный механизм, установив скорость движения ленты 1,5 см/сек, и записывают калибровочный сигнал. После этого переключают прибор на регистрацию биотоков, а лентопротяжный механизм последовательно переводят на разные скорости и записывают фоновую электроэнцефалограмму.

Приступают к записи электроэнцефалограмм при разного рода воздействиях на испытуемого:

1. Просят испытуемого расслабить мышцы и закрыть глаза. Спустя несколько минут, наблюдают появление на электроэнцефалограмме альфа-ритма. Просят испытуемого открыть глаза и наблюдают депрессию альфа-ритма.

2. Устанавливают на фотофоностимуляторе частоту подачи световых сигналов 20 гц и соединяют его с электроэнцефалографом для записи моментов подачи световых стимулов. Включают электроэнцефалограф и затем, записав исходный фон, световой раздражитель; через 1—2 минуты записывают электроэнцефалограмму. При этом можно видеть, как колебания потенциала на электроэнцефалограмме начинают повторять частоту следования раздражителя. Это проявление так называемого «усвоения ритма» раздражения.

3. Просят испытуемого расслабить мышцы и закрыть глаза. Через несколько минут, когда на записи появится отчетливо выраженный

альфа-ритм, внезапно включают звуковой раздражитель в форме тона или частых (150—200 гц) щелчков. Наблюдают наступающие при этом изменения.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Вырежьте фрагменты из записи фоновой активности и записей измененной под влиянием различных воздействий электроэнцефалограммы и поместите их в тетрадь. 2. Запишите, при каких условиях наблюдались те или иные изменения.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какое функциональное состояние характеризует альфа-ритм? 2. Какие изменения в электроэнцефалограмме будут наблюдаться под влиянием болевого раздражения? 3. Что такое «реакция вовлечения» и при каких условиях она возникает? 4. Охарактеризуйте «реакцию пробуждения». 5. Что такое реакция «десинхронизации» и при каких условиях она возникает?

---

#### РАБОТА 8 (103)

#### ОТВЕДЕНИЕ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ОТ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

---

**Цель работы:** 1. Освоить технику отведения первичных и вторичных вызванных потенциалов коры мозга. 2. Определить расположение на поверхности коры первой зоны кожно-мышечной (общей соматической) чувствительности при стимуляции седалищного нерва.

Если наносить стимулы на какой-либо отдел афферентной системы: на рецептор, нерв, участок проводящего пути или подкорковый центр — в коре мозга в ответ на эти стимулы возникают биоэлектрические потенциалы. В разных отделах коры эти ответы возникают с различными латентными периодами и имеют различную конфигурацию. На рис. 148 приведены записи вызванных потенциалов, возникающих в ростральных отделах коры мозга кошки в ответ на стимуляцию седалищного нерва. Те ответы, которые возникают в коре с наименьшим латентным периодом и хорошо выраженной амплитудой, получили название первичных. Они возникают в ограниченных областях коры и именно там, где оканчивается последний (4) восходящий нейрон чувствительного пути. По этим путям возбуждение достигает коры наиболее быстро, что и отражается в коротком латентном периоде ответов. Путем регистрации вызванных потенциалов в опытах на животных и отведения у человека во время операции на мозге удалось уточнить зоны представительства в коре различных афферентных систем (рис. 149). Счи-



тают, что зоны, в которых регистрируются первичные ответы, возникающие при стимуляции различных афферентных систем (соматической, слуховой, зрительной и т. д.), являются

период, отражают приход в кору афферентных залпов, проводимых через многонейронные пути. Такие пути могут проходить через различные подкорковые структуры: ретикулярную

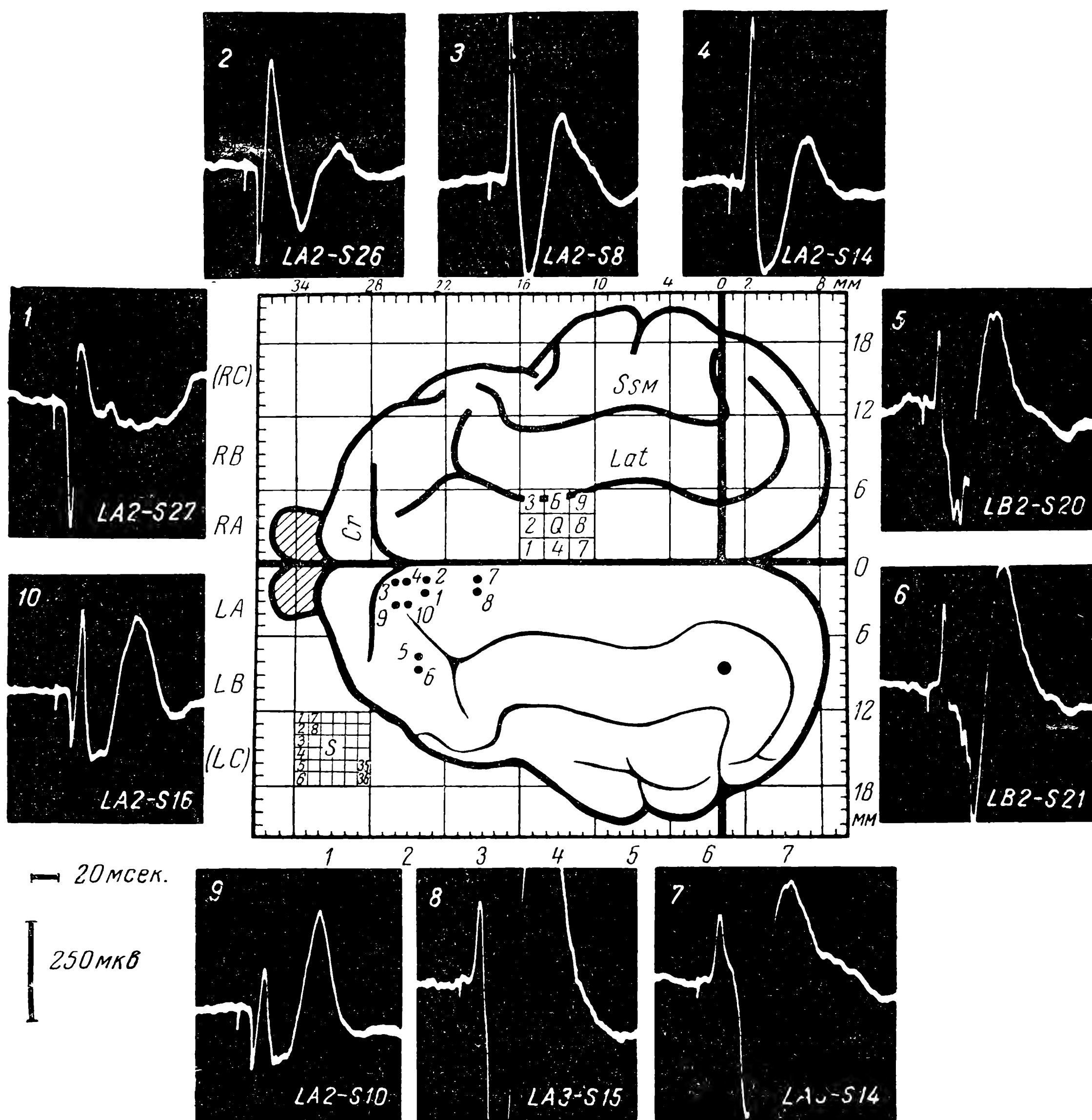


Рис. 148. Вызванные потенциалы, возникшие в роstralном отделе коры мозга кошки в ответ на стимуляцию седалищного нерва. Острый опыт под неглубоким хлоралозным наркозом.

1—2 и 9—10 — первичные ответы; 3—8 — различные виды вторичных реакций.

ся мозговыми концами соответствующих анализаторов. В настоящее время регистрацию первичных ответов начинают применять в клинике как метод диагностического исследования афферентных систем.

Ответы, возникающие в других областях коры и имеющие более длительный латентный

формацию ствола мозга, различные ядра таламуса и т. д.

Для работы необходимы: установка для отведения вызванных потенциалов (усилитель переменного тока, катодный осциллограф, стимулятор), корковые отводящие электроды (рис. 150); погружные электроды для раздра-

жения нерва, раствор Рингера для теплокровных; 0,8% раствор хлоралозы или нембутал, животное (кошка или крыса).

**Проведение работы.** Включают приборы. Выход синхроимпульса стимулятора соединяют со входом синхронизации осциллографа. Отводящий корковый униполярный электрод подсоединяют ко входу усилителя. Соединяют

ют череп в ростральной его части. Костными кусачками расширяют трепанационное отверстие так, чтобы оно располагалось над задней сигмовидной извилиной и чтобы были видны сигмовидная борозда и передний конец латеральной борозды (см. рис. 148, квадраты LA—2 и LB—2). Вскрывают твердую мозговую оболочку, периодически орошают поверх-

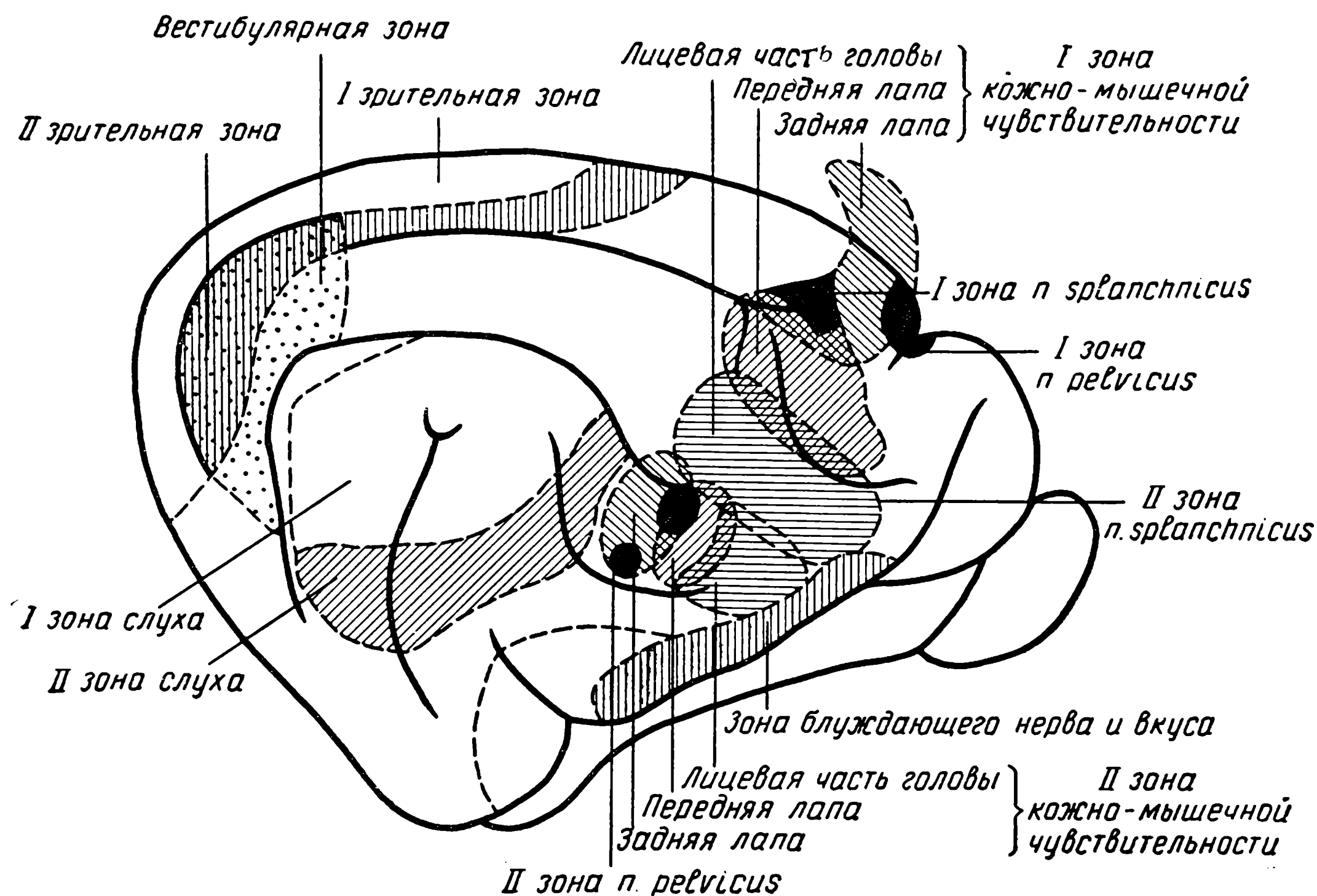


Рис. 149. Зоны представительства различных видов чувствительности в коре мозга кошки.

выход усилителя (по напряжению) со входом осциллографа. Стимулятор ставят в ждущий режим работы с запуском от кнопки. Развертку осциллографа подбирают такой, чтобы интервал в 10 мсек (по калибровочным меткам времени) на экране осциллографа занимал 5—6 мм.

Пока приборы прогреваются, готовят к опыту объект исследования. Предварительно наркотизированную (хлоралоза 60 мг на 1 кг веса, нембутал 40 мг на 1 кг веса внутримышечно) кошку закрепляют в станке, имеющем головодержатель. Делают по средней линии разрез мягких покровов черепа. Широко раздвигают кожу и распатором отслаивают с одной стороны височную мышцу. Остатки кровотока. Трепаном вскрыва-

ют кору теплым (37—38°) физиологическим раствором для теплокровных, чтобы предохранить ее от высыхания. Отпрепаровывают седалищный нерв на лапе со стороны, противоположной стороне вскрытого полушария. Переносят животное вместе со станком к установке. Укрепляют индифферентный электрод (стальная игла или посеребренный металлический заостренный стержень) в костях любой пазухи (осторожными ударами хирургического молотка погружают его в кости пазухи не более чем на 3—5 мм). Помещают седалищный нерв на погружные электроды. Подсоединяют последние к выходу стимулятора.

Подавая на нерв одиночные стимулы, помещают отводящий электрод по поверхности коры в области медиальной части задней сиг-



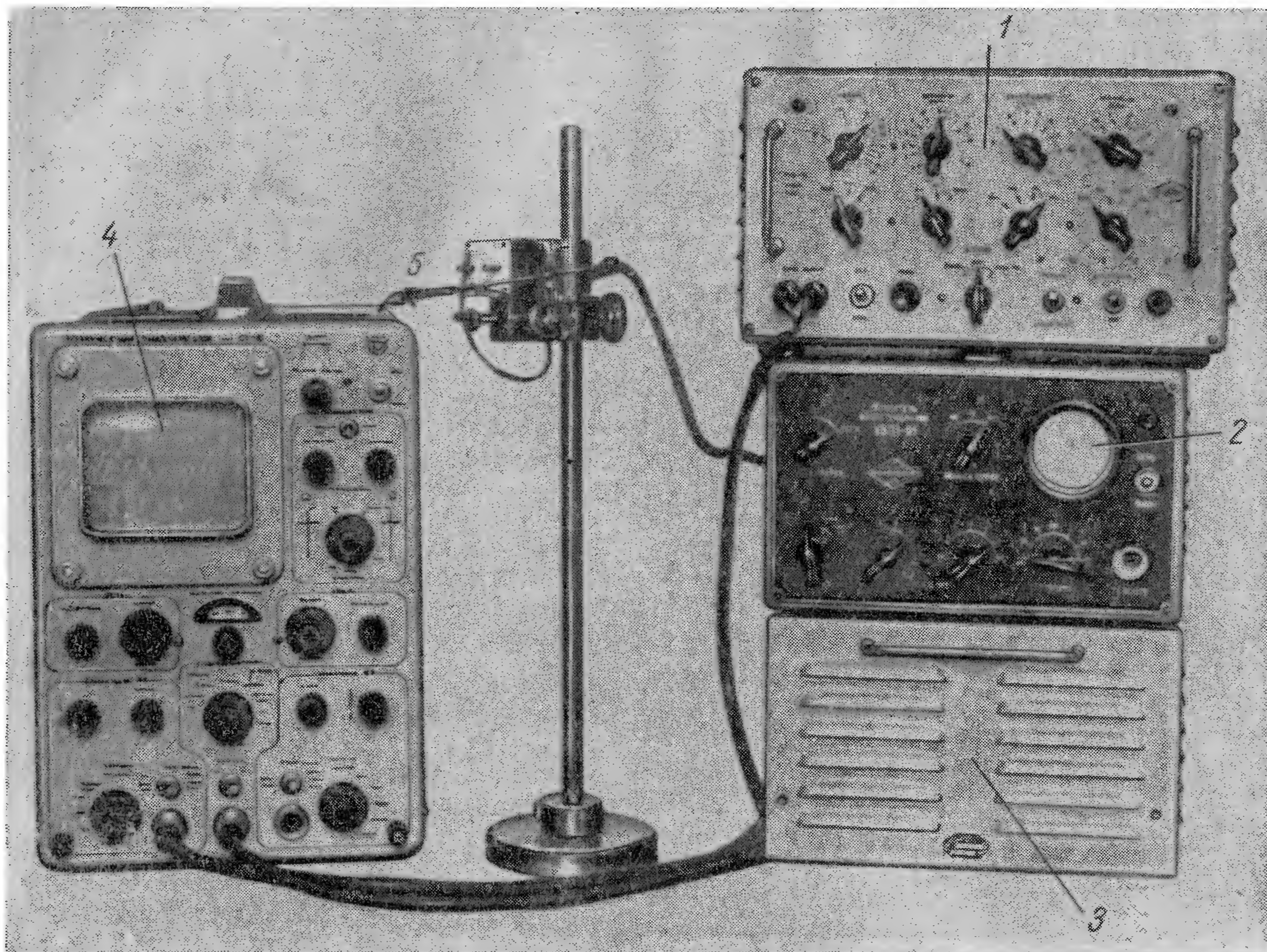


Рис. 150. Установка для регистрации вызванных потенциалов.

1 — стимулятор (СИФ-5М); 2 — усилитель переменного тока (УБП1-01); 3 — блок питания усилителя; 4 — катодный двухлучевой осциллограф С1-19А; 5 — корковый отводящий электрод.

мовидной извилины и находят зону, от которой отводятся первичные ответы (см. рис. 148). Исследуют поверхность коры вокруг зоны первичных проекций, т. е. участки, где возникают вторичные реакции.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Зарисуйте схему установки. 2. Зарисуйте форму наблюдавшихся Вами ответов, широту их распространения по поверхности коры, конфигурацию и полярность отдельных фаз.

**Ответьте на вопрос:** По каким структурам центральной нервной системы проходит возбуждение, приводящее к возникновению в коре первичных ответов: а) при стимуляции седалищного нерва; б) при воздействии на животное звуковыми стимулами?

#### РАБОТА 9 (104)

#### СВОЙСТВА ПЕРВИЧНЫХ ОТВЕТОВ И ВТОРИЧНЫХ РЕАКЦИЙ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

**Цель работы:** Познакомиться с основными свойствами вызванных потенциалов коры и получить материалы для их сравнительной характеристики.

Афферентные проекционные зоны коры больших полушарий могут рассматриваться в качестве того, как говорил И. П. Павлов, «места первичных процессов», которое первым воспринимает сигнализацию, поступившую с



периферии. Если сравнить между собой все разнообразные биоэлектрические реакции, возникающие в различных участках коры в ответ на действие какого-либо раздражения, то окажется, что одна группа реакций имеет самый короткий латентный период. Эти реакции отличаются от всех других еще и тем, что возникают в строго определенном и ограниченном участке поверхности коры. Они имеют типичную конфигурацию, характерную для них длительность отдельных фаз и значительную (гораздо большую, чем у всех других реакций) устойчивость к действию возрастающих по частоте стимулов. Эти реакции, первыми возникающие в коре вслед за действием раздражения, и были названы первичными ответами (ПО) (рис. 151, I). ПО различных сенсорных систем имеют разный латентный период (ЛП). При стимуляции седалищного нерва в коре мозга кошек ПО возникают с ЛП 10—12 мсек, при стимуляции нервов плечевого сплетения — 8—9 мсек, а на яркую вспышку света — с ЛП 5 мсек. ПО начинается всегда с положительной фазы; она длится 10—12 мсек, а затем ее сменяет отрицательная фаза. При сильных стимулах вслед за этим первым  $\pm$  комплексом могут следовать более поздние колебания — вторичные реакции.

Вторичные реакции (ВР) отличаются большим разнообразием. Одни из них начинаются с положительной фазы, другие — с отрицательной. ВР возникают как в зоне первичных проекций, так и в других зонах коры, и этим они существенно отличаются от ПО. Латентный период ВР превышает ЛП первичных ответов. Есть ВР, которые имеют ЛП, довольно близкий к таковому ПО, превышающий их ЛП на 3—4 мсек, а есть ВР, ЛП которых достигает 80—100 мсек. Вторичные реакции гораздо менее стойки к повторным раздражениям и часто уже при частоте 1—2 гц начинают возникать не на каждый стимул.

В настоящее время исследователи проявляют большой интерес к изучению вторичных реакций, так как считают, что их возникновение отражает различные этапы переработки информации, принесенной в мозг афферентными сигналами. Поэтому, изучая распределение ВР во времени и исследуя зону их возникновения, можно составить представление о том, в какой последовательности и какие отделы мозга участвуют в переработке сенсорной информации и формировании ответных реакций.

**Для работы необходимы:** установка для регистрации вызванных потенциалов, набор хирургических инструментов, 0,1% раствор стрихнина, животное (кошка или крыса).

### **Задача 1.**

#### **Сравнение «высшего ритма воспроизведения» первичных ответов и вторичных реакций**

**Проведение работы.** Подготовка животного, аппаратуры и приемы регистрации вторичных потенциалов аналогичны тем, что описаны в работе 8 (103). После того как будет найден на коре фокус максимальной активности (ФМА) для первичных ответов, вызванных одиночной стимуляцией седалищного нерва, переводят стимулятор в режим непрерывной генерации и, повышая постепенно частоту стимуляции, наблюдают на экране осциллографа за изменениями ПО и ВР. Данные наблюдений заносят в протокол. Сравните их с записями I на рис. 151.

### **Задача 2.**

#### **Исследование порога возникновения первичных и вторичных реакций**

Нанося на седалищный нерв одиночные стимулы, возрастающие по силе (но постоянные по длительности), наблюдают за возникновением и характером развития обоих видов реакции. Запишите наблюдения, сравните их с записями II на рис. 151 и сделайте выводы.

### **Задача 3.**

#### **Наблюдение за влиянием стрихнина на вызванные потенциалы коры**

Нанося на нерв одиночные средние по силе стимулы, измеряют на экране осциллографа величину амплитуды ПО и ВР. Если осциллограф двулучевой, удобно на один из каналов подать ПО, а на другой — ВР и вести за ними наблюдения параллельно. После того как характеристики реакций будут зафиксированы, наносят на кору одну каплю 0,1% раствора стрихнина и наблюдают за развитием эффекта его действия. Записывают характерные изменения потенциалов. Спустя 2—3 минуты необходимо отмыть кору от остатков стрихнина теплым физиологическим раствором.

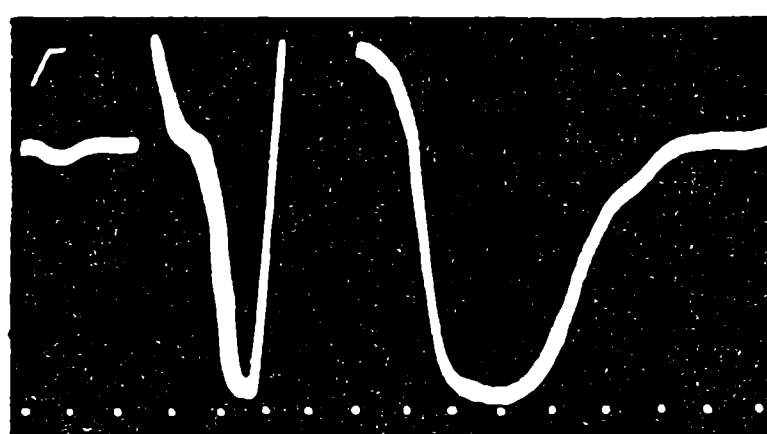
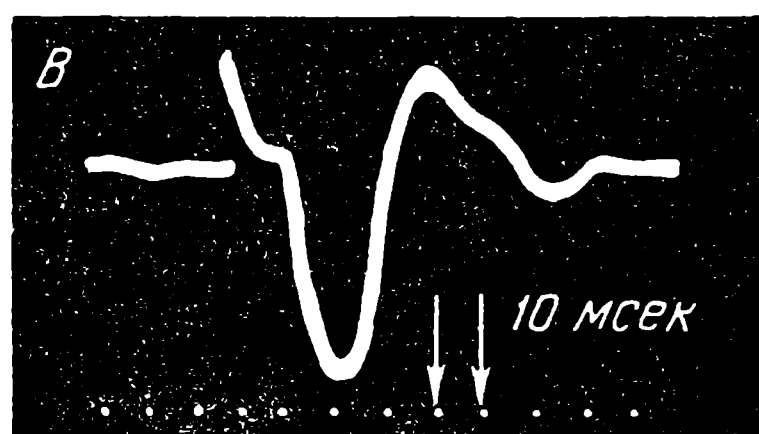
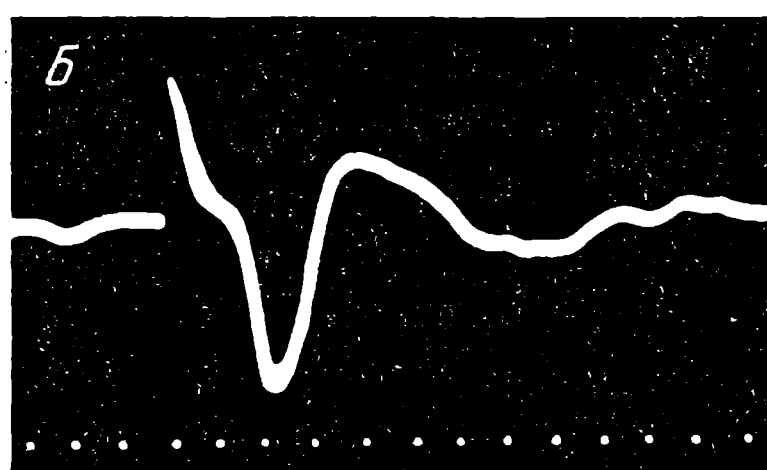
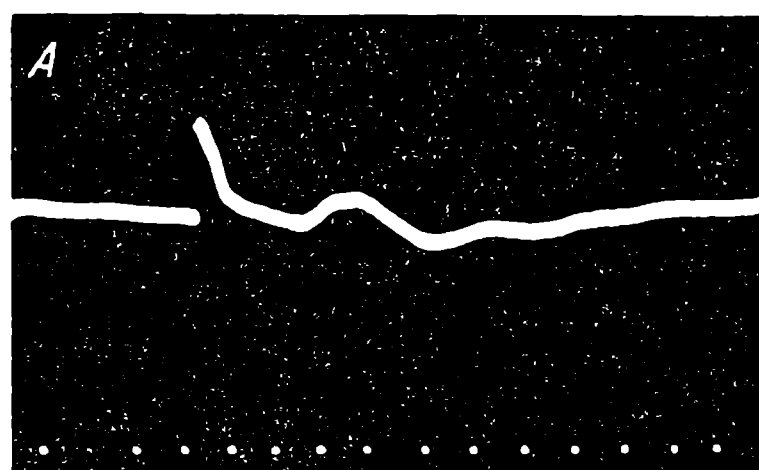
#### **Рекомендации к оформлению работы:**

1. Суммируйте все Ваши наблюдения и сделайте на их основе обобщающие заключения о свойствах ПО и ВР. 2. Схематически зарисуйте характерные изменения тех и других реакций.

**Ответьте на вопросы:** 1. Если Ваши данные о влиянии стрихнина на ПО и ВР коры совпадают с теми, что приведены на рис. 151, III, объясните, какой механизм может лежать в основе этого явления? При этом обратите внимание на изменения, которым подвергались



I



II

III

Рис. 151. Сравнение свойств первичных ответов и вторичных реакций коры мозга.

I: A — Г — ответы в первой соматической проекционной зоне на стимуляцию седалищного нерва электрическими импульсами возрастающей частоты (A — 0,5 гц; Б — 1 гц; B — 4 гц; Г — 8 гц). II — ответы в той же зоне коры при стимуляции седалищного нерва возрастающими по силе стимулами. Сила стимуляции увеличивается от A к Г. III — влияние стрихнина на первичный ответ (ПО) и вторичную реакцию (ВР): A — до нанесения на кору стрихнина; Б — спустя 30 секунд после наложения на кору фильтровальной бумажки, смоченной 0,1% раствором стрихнина.

положительная фаза ПО и отрицательные фазы ПО и ВР, и сопоставьте эти изменения. 2. Можете ли Вы на основе своих наблюдений что-либо сказать о сравнительной стойкости положительной и отрицательной фаз ПО? 3. Что можно сказать в плане сравнительной характеристики первичных и вторичных реакций о свойствах путей прохождения сигнала (или о свойствах периферических афферентных проводников)? На основе каких данных записей рис. 151 можно судить об этом?

---

#### РАБОТА 10 (105)

#### **ДЕНДРИТНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ (ПРЯМЫЕ КОРКОВЫЕ ОТВЕТЫ) КОРЫ МОЗГА И ИХ СВОЙСТВА**

---

**Цель работы:** Познакомиться с методом воспроизведения и характерными чертами прямых корковых ответов, или дендритных потенциалов.

Поверхностный слой коры почти целиком состоит из отростков нервных клеток. Сюда поднимаются аксоны нейронов, лежащих в различных слоях коры. В этом слое (его называют так же плексиморфным) аксоны ветвятся и образуют множество синаптических контактов с дендритами пирамидных клеток коры. Огромное число пирамидных нейронов, среди которых основную массу составляют малые пирамидные нейроны IV и III слоев и большие пирамиды V слоя коры, имеет многочисленные богато ветвящиеся дендриты. Базальные дендриты этих клеток расположены в том же слое коры, в котором лежат тела нейронов, а апикальные их дендриты проходят к поверхностному слою и там вместе с афферентными аксонами образуют густое сплетение, изобилующее множеством синаптических связей. Несмотря на то что в I слое много афферентных волокон, все же разветвления дендритов в нем преобладают. Поэтому, когда раздражают кору прямыми ударами тока по ее поверхности, считают, что регистрирующиеся при этом потенциалы возникают за счет возбуждения дендритов.

До конца этот вопрос не решен и является сейчас предметом оживленных дискуссий. Одна часть исследователей считает, что при стимуляции коры первоначально возбуждаются афферентные волокна, а дендриты возбуждаются вторично, за счет синаптической передачи возбуждения от волокон. Полагают даже, что мембрана дендритов — вообще структура электроневозбудимая, а способна только реагировать (подобно субсинаптической мембране) на действие гуморальных раздражителей (прежде всего медиаторов). И отсюда делает-

ся дальнейший вывод о том, что дендриты способны развивать лишь местные постсинаптические (возбуждающие и тормозные) потенциалы и не способны проводить возбуждение по направлению к телу (сому) нейрона. Функцию дендритов видят в том, что они за счет местных потенциалов оказывают на тело клетки электротонические влияния.

Другие, напротив, считают, что для таких выводов недостаточно оснований, и вряд ли мембрана дендритов существенно отличается от мембраны сомы нейрона. Эта часть исследователей рассматривает дендриты как коллектор, к которому стекаются афферентные послышки из многих источников и затем проводятся дендритами к клетке. Проблема эта не только сложна, но и является одной из центральных проблем физиологии мозга, от решения которой во многом будет зависеть дальнейший успех в изучении и понимании механизмов его работы.

#### **Задача I.**

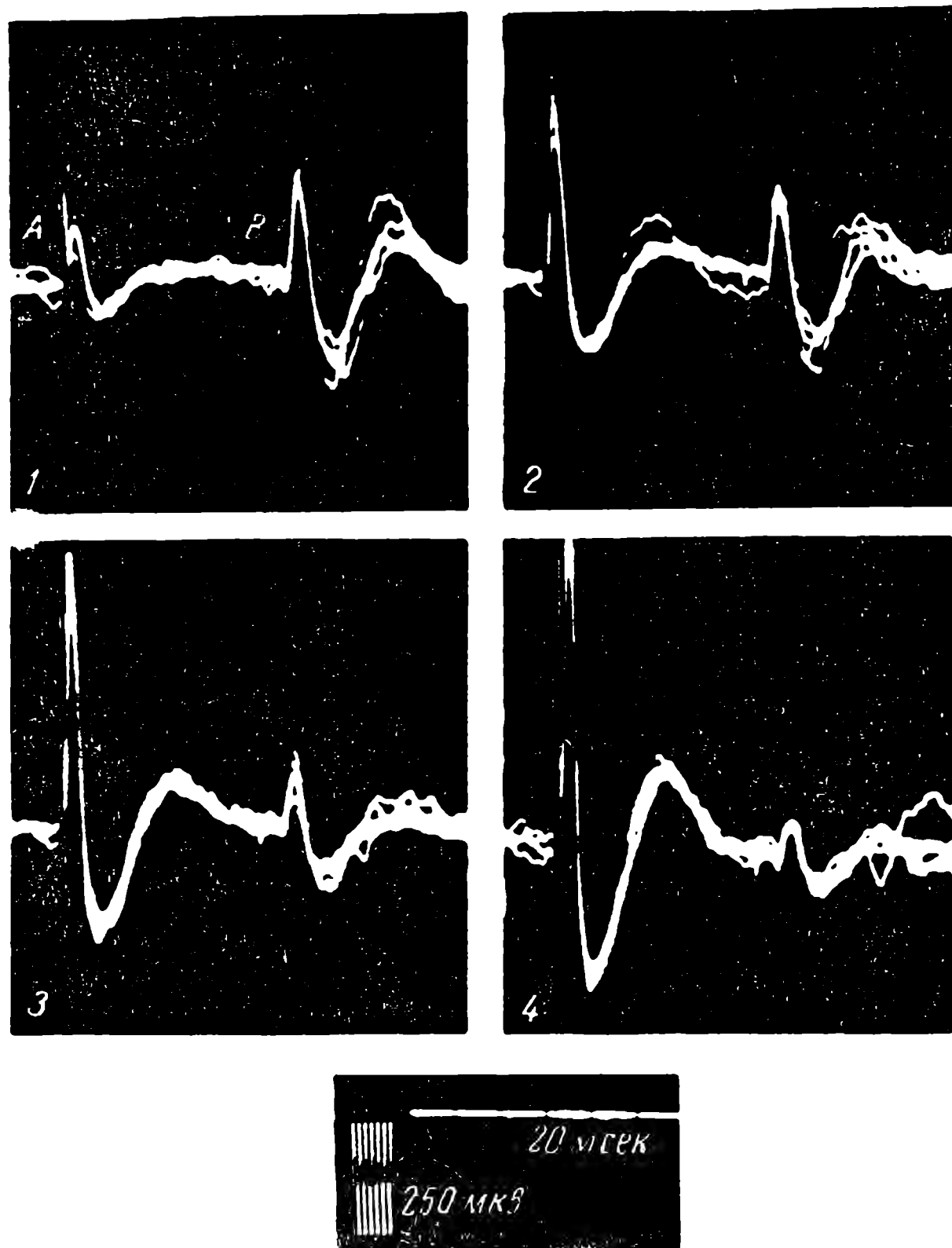
#### **Исследование особенностей взаимодействия дендритных потенциалов между собой и с первичными и вторичными реакциями коры**

**Проведение работы.** Подготавливают животное и аппаратуру так, как описано в работе (103). Отличие только в том, что в коммутацию стандартной установки вводят второй стимулятор. Соединяют выход первого стимулятора «задержанный импульс» с входом «внешний запуск» второго. Оба стимулятора должны быть переведены в ждущий режим работы с запуском от кнопки. Развертка осциллографа должна запускаться от «ведущего», первого, стимулятора. Выходы обоих стимуляторов подключают к одному и тому же биполярному поверхностному электроду, который помещают на кору. На расстоянии 3—5 мм от него располагают активный отводящий электрод, а индифферентный, как обычно при биполярном отведении потенциалов, укрепляют в костях лобной пазухи.

Настраивают путем взаимной регулировки «задержки» импульса стимуляторы на такой режим работы, чтобы второй из них посылал стимулы на кору спустя 30—40 мсек (это контролируют с помощью меток времени) после первого. Устанавливают на обоих стимуляторах длительность импульса около 0,2 мсек. Амплитуду выходного импульса первого стимулятора снижают до 0. Подбирают амплитуду стимула на втором стимуляторе так, чтобы в ответ на его действие возникал хорошо выраженный прямой корковый ответ (ПКО), (рис. 152, 1, А). Затем, не меняя величины ам-



плитуды второго стимула и интервала между ними, начинают увеличивать амплитуду первого стимула и исследуют взаимодействие ПКО. После этого повторяют опыт, нанося второй из стимулов на нерв, и исследуют взаимодействие ПКО с одним из видов вторичных реакций (рис. 152, 1—4).



**Рис. 152.** Взаимодействие прямых корковых ответов (А) с одним из видов вторичных реакций коры (В).

2—4 — сила первого стимула (по поверхности коры) возрастает, сила второго стимула (по седалищному нерву) остается неизменной. Внизу отметка времени и калибровка усиления.

## Задача 2.

### Влияние на дендритные потенциалы

**0,1% раствора стрихнина и 0,5% раствора гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК)**

Стрихнин и ГАМК — химические вещества, обладающие ярко выраженной активностью в отношении влияния на синаптический аппарат нервных клеток. Они широко применяются в физиологическом эксперименте. Считают, что стрихнин является специфическим ингибитором тормозных синапсов. Относительно механизма действия ГАМК мнения не столь единодушны. Полагают, что она оказывает специфическое влияние на возбуждающие синапсы апикальных дендритов коры («ингибитор воз-

будителей»). Однако существует и другое мнение, что ГАМК оказывает на корковые нейроны неспецифическое угнетающее действие, вызывая в них развитие торможения, родственного парабииотическому.

Для того чтобы познакомиться с характерными изменениями ДП под влиянием синаптических веществ, вызывают в коре возникновение потенциалов редкими (0,1—0,5 гц) одиночными стимулами достаточной амплитуды. Затем наносят на поверхность коры одну каплю 0,5% раствора ГАМК. Наблюдают развитие эффекта. Отмывают кору теплым физиологическим раствором и ждут, пока потенциал не примет своей исходной формы. После этого повторяют опыт со стрихнином.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Результаты наблюдений занесите в протокол опытов и сделайте общие выводы. 2. Сравните результаты Ваших наблюдений с записями, приведенными на рис. 152. Отметьте в протоколе опыта, в чем выражается сходство и в чем состоят различия, если они есть.

**Ответьте на вопросы:** Имеется ли сходство в изменениях ПО [см. работу 7 (104)] и ДП под влиянием аппликации на поверхности коры раствора стрихнина? Какие предположения можно высказать на основе сопоставления изменений ПО и ДП под влиянием стрихнина?

## РАБОТА 11 (106)

### ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ КОРЫ МОЗЖЕЧКА

**Цель работы:** Познакомиться с особенностями вызванных потенциалов мозжечка и расположением на поверхности коры зон их отведения.

Изучение физиологии мозжечка показало, что он тем или иным образом участвует во всевозможных реакциях организма. Он оказывает разнообразное влияние на двигательную активность и функциональное состояние локомоторного аппарата, влияет на работу внутренних органов, оказывает регулирующее воздействие на вегетативную нервную систему, афферентные системы и т. д.

Развитие электрофизиологических методов исследования принесло новые данные относительно функции мозжечка. Так, путем регистрации вызванных потенциалов удалось показать, что они возникают в коре мозжечка в ответ на возбуждение любой из сенсорных систем. Таким образом, было установлено, что афферентные системы имеют в коре мозжечка определенные зоны представительства. Правда, в отличие от подобных зон коры больших полушарий эти зоны не столь четко очерчены

и между ними имеется широкое взаимное перекрытие. На рис. 153 приведена схема представительства в мозжечке кошки кожных и мышечных афферентов. Зрительная, слуховая

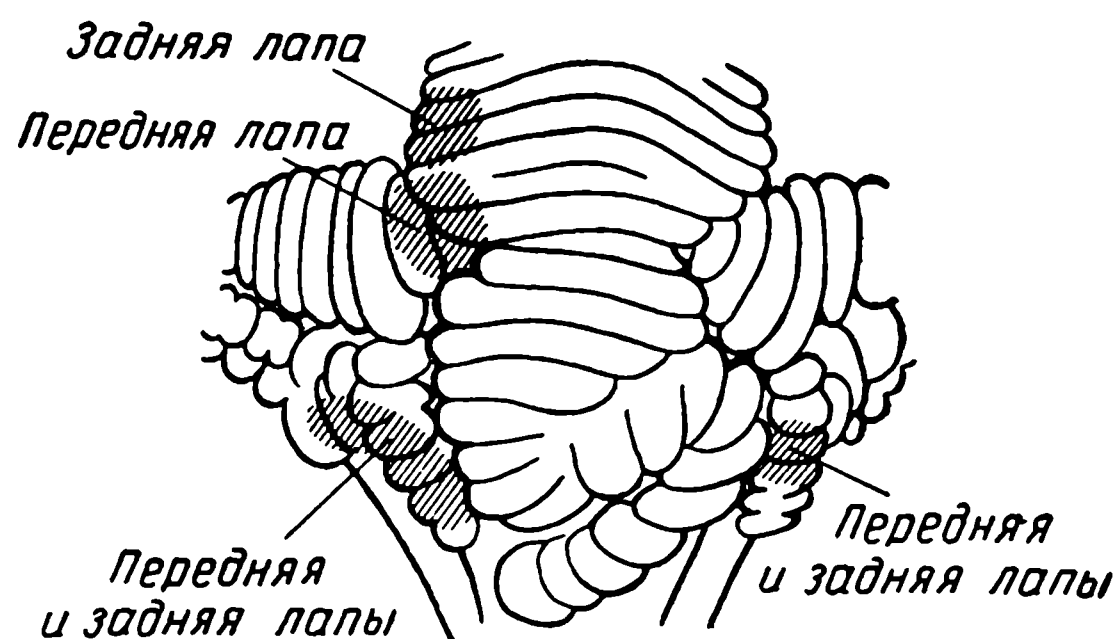


Рис. 153. Представительство в мозжечке кожно-мышечной чувствительности.

чувствительность представлены в области червя, висцеральные системы — в районе передней доли и т. п.

Дальнейшие исследования должны выяснить, каково значение этих зон, какая роль в регуляции работы сенсорных систем им принадлежит, что функционально общего и различного есть между ними и соответствующими зонами коры полушарий?

Для работы необходимы: установка для регистрации вызванных потенциалов, набор хирургических инструментов, кошка.

Проведение работы. Закрепляют животное в станке спиной вверх. Предварительный наркоз дается лаборантом, в последующем его следует поддерживать, вводя внутривенно по 2—3 мл 0,8% раствора хлоралозы в случаях, когда животное проявит признаки пробужде-

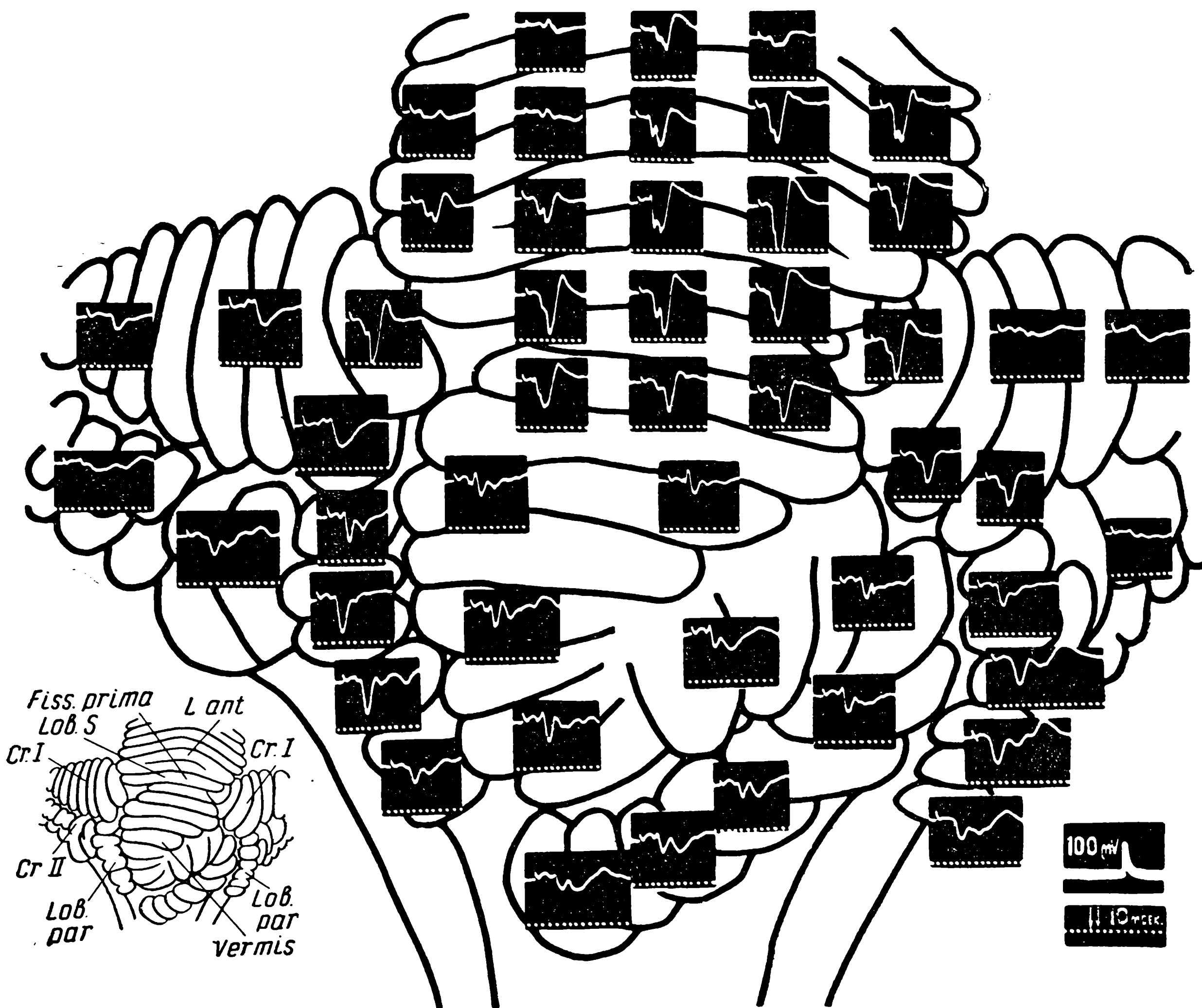


Рис. 154. Распределение вызванных потенциалов на поверхности коры мозжечка, возникающих в ответ на стимуляцию афферентного висцерального нерва (тазовый нерв).

ния. Разрезают кожу от затылочного бугра до шеи. Шпателем отделяют мышцы от костей черепа, освобождают от них всю затылочную область до первых шейных позвонков. Нужно очень внимательно следить за тем, чтобы не поранить идущих справа и слева вен и артерий. Трепаном вскрывают костную часть черепа и, пройдя в отверстие желобоватым зондом, отслаивают твердую мозговую оболочку. Вскрывают полость черепа. Следует крайне осторожно отделять костные покровы черепа, так как они часто срастаются с твердой оболочкой и их отделение приводит к травме паратерминальных вен. Мозжечок плохо переносит кровотечения и его активность вследствие этого может быть резко снижена. Далее поступают так, как обычно при регистрации вызванных потенциалов [см. работу 6 (103)]. Стимулы наносят на седалищный нерв и, перемещая униполярный отводящий электрод по коре мозжечка, наблюдают за характером возникающих потенциалов. В процессе исследования рекомендуется установить: а) зоны отведения потенциалов (рис. 154); б) характер ответов в них; в) пороги ответов; г) отношение их к ритмической стимуляции (высший ритм воспроизведения); д) их изменения под влиянием 0,1% раствора стрихнина и 0,5% раствора ГАМК.

**Рекомендации к оформлению работы.** 1. Все данные занесите в протокол. 2. Нарисуйте схему поверхности мозжечка и отметьте на ней наиболее активные зоны. 3. Сделайте выводы о свойствах вызванных потенциалов мозжечка.

**Ответьте на вопросы:** 1. При стимуляции нерва и отведении потенциалов от мозжечка в какой его части (контра- или ипсилатеральной по отношению к раздражаемому нерву) они имели большую амплитуду? 2. Если Вы выполняли работу с ВП коры больших полушарий, дайте сравнительную характеристику потенциалов коры и мозжечка.

---

#### РАБОТА 12 (107)

#### ОТВЕДЕНИЕ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ОТ ПОДКОРКОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ. СТЕРЕОТАКСИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

---

**Цель работы:** Знакомство со стереотаксической техникой и использованием ее при отведении потенциалов от подкорковых структур при их стимуляции и при их разрушении.

При изучении функций центральной нервной системы часто возникает необходимость регистрировать биоэлектрическую активность

различных подкорковых и стволовых образований. Не менее часто приходится прибегать к их стимуляции или выключению (разрушению). Применение этих методических приемов несколько десятков лет назад было связано с большими трудностями, так как электроды приходилось вводить вручную, пользуясь естественными ориентирами: швами черепа, бороздами и извилинами поверхности мозга и т. п. Естественно, что точность попадания в нужные образования и результативность эксперимента были весьма низкими. Положение коренным образом изменилось после того, как два исследователя (физиолог и инженер) Хорслей и Кларк<sup>1</sup> (Horsley, Clark) предложили оригинальную методику ориентировки электродов. Суть методики сводится к следующему. Череп животного (кошка, собака) неподвижно фиксируют в специальном приборе (рис. 155, I) с помощью держателей, вводимых в костную часть наружных слуховых проходов (А). Другую пару держателей накладывают на нижнюю часть глазных орбит (О), причем верхняя челюсть прочно прижимается к ним особым упором, давящим снизу на верхнее небо или зубы животного (М). Подобная фиксация ориентирует череп и заключенный в нем мозг строго параллельно плоскости, проходящей через наружные слуховые проходы и нижние участки орбит, это так называемая нулевая горизонтальная плоскость координат Хорслей — Кларка. Фронтальной нулевой плоскостью служит плоскость, проходящая через центры наружных слуховых проходов и перпендикулярная горизонтальной. Сагиттальная плоскость, также перпендикулярная горизонтальной, проходит по межполушарной борозде.

Таким образом достигается ориентировка мозга в определенной системе координат, те же координаты позволяют ориентировать и подкорковые электроды. Для удобства работы рядом исследователей были созданы стереотаксические атласы, в которых приводятся фотографии срезов мозга, проведенных через разные интервалы (0,5—1 мм) параллельно нулевой фронтальной плоскости. Пример такого среза, проведенного через таламус и прилегающие структуры, с нанесенной на него координатной сеткой приведен на рис. 156. В настоящее время стереотаксическая техника используется и в клинике при операциях на мозге. Метод фиксации черепа человека показан на рис. 155, II.

**Для работы необходимы:** стереотаксический

---

<sup>1</sup> Аналогичные попытки были предприняты отечественным ученым-анатомом С. Зерновым.



аппарат, подкорковые отводящие (униполярные) и раздражающие (биполярные) электроды, погружные электроды для стимуляции седалищного нерва, набор хирургических инструментов, установка для отведения вызванных потенциалов, кошка.

сенной на горизонтальные направляющие и вертикальные колонки электрододержателей, определяют исходные координаты электрода. Из цифры, определяющей вертикальную ориентировку электрода (т. е. расположение его по глубине), вычитают 10. Последнее связано с тем, что для удобства отсчетов в атласах за нулевую плоскость принимается плоскость, параллельная нулевой плоскости Хорслея — Кларка, но расположенная на 10 мм выше нее.

Полученные цифры будут определять нулевое положение электрода, т. е. они будут опре-

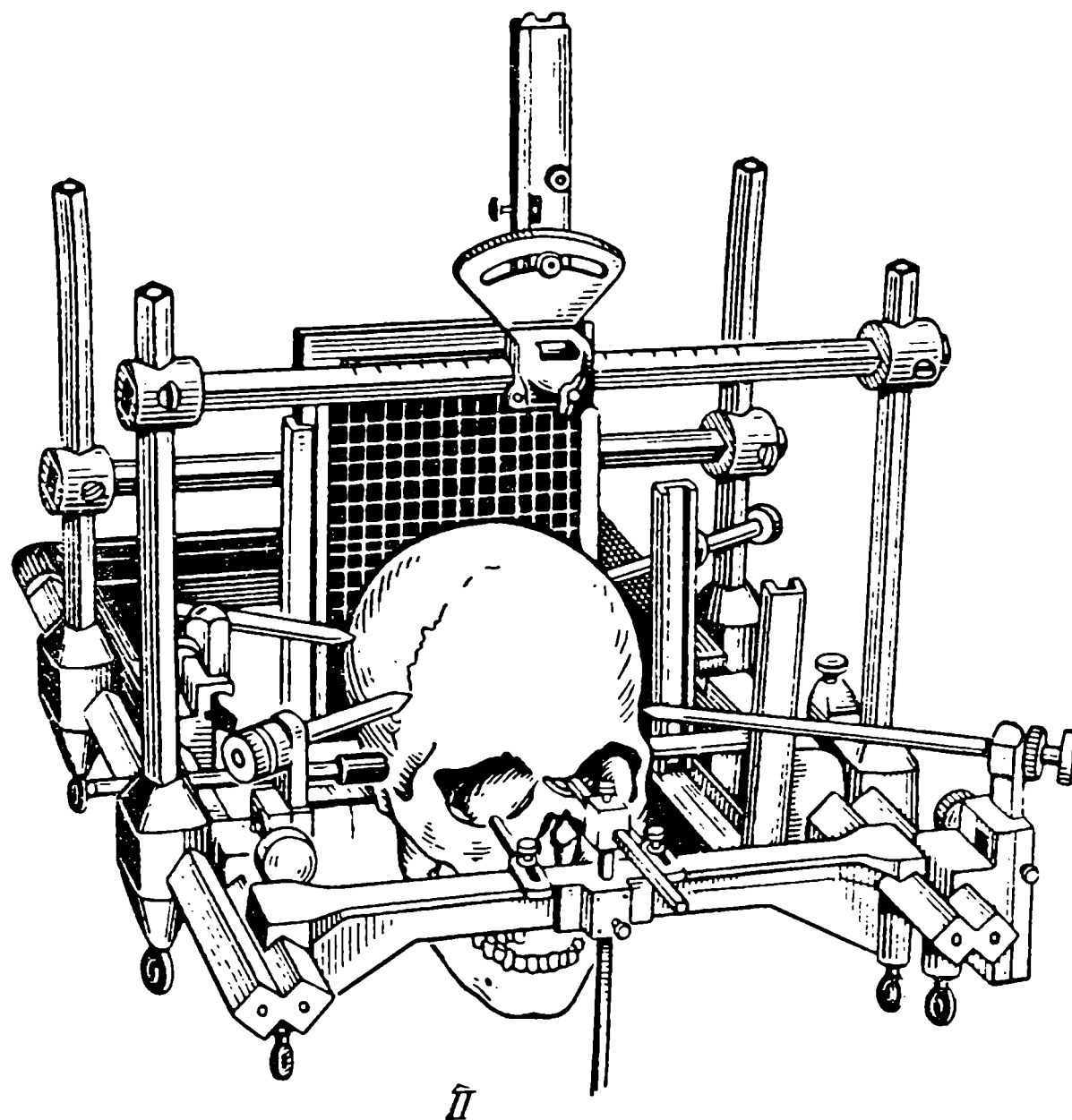
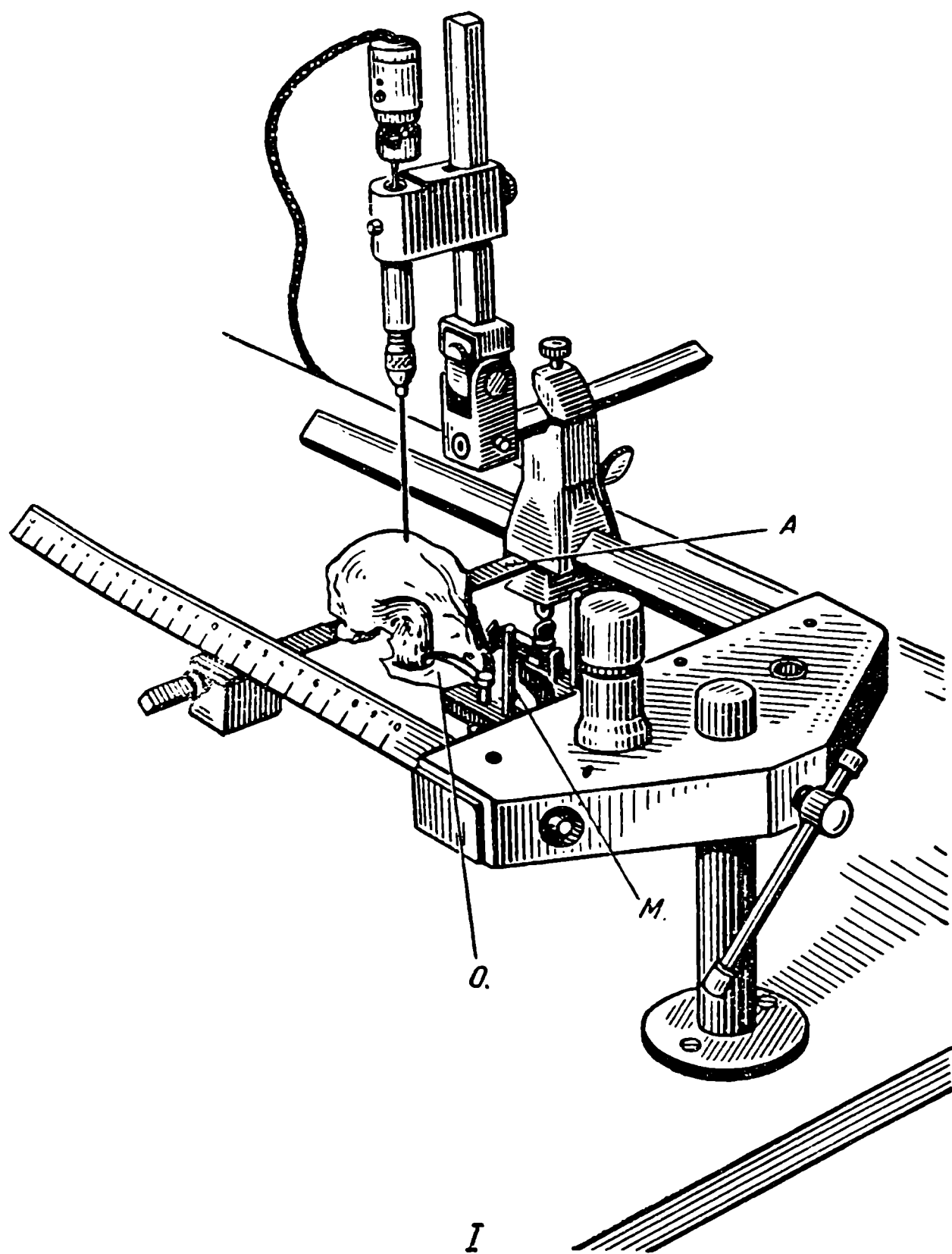


Рис. 155. Стереотаксическая техника.

*I* — стереотаксический прибор для опытов на животных: *A* — ушные держатели; *O* — фиксаторы нижней орбиты; *M* — фиксаторы верхней челюсти. *II* — стереотаксический прибор для проведения нейрохирургических операций на мозге человека.

**Проведение работы.** Отводящий и стимулирующий электроды закрепляют в держателях. Колонки электрододержателей по направляющим перемещают так, чтобы кончик электрода (сначала отводящего, а затем и стимулирующего) оказался против центра одного из ушных держателей. Перед этим оба держателя устанавливают так, чтобы концы их соприкасались друг с другом точно в центре прибора, другими словами, чтобы точка их соприкосновения совпадала с пересечением горизонтальной и сагиттальной нулевых плоскостей. С помощью стальной плиты, которую помещают на направляющие штанги, и угольника придают электродам строго вертикальное положение. По нониусам и миллиметровой шкале, нане-

делять нулевую точку координат, расположенную на пересечении нулевых горизонтальной, сагиттальной и фронтальной плоскостей. По атласу определяют координаты структуры (например, п. VPL — вентрального задне-латерального ядра таламуса), в которую требуется ввести электрод. Так как эта структура расположена впереди от нулевой фронтальной плоскости на 11,5 мм (см. рис. 156), то для перемещения электрода к соответствующему фронтальному плану, к числу, показывающему положение электрода на горизонтальной штанге, следует прибавить 11,5. Так как электрод расположен выше нулевой плоскости, то из числа на вертикальной колонке вычитают число, определяющее уровень расположения над ну-

левой плоскостью центра ядра (в данном случае 1,5). Полученное число покажет уровень погружения конца электрода по вертикали. Таким же путем определяют и положение кон-

электродов вводят униполярный отводящий электрод в мозг и подключают его ко входу усилителя. Седлишный нерв помещают на стимулирующие электроды и подключают к

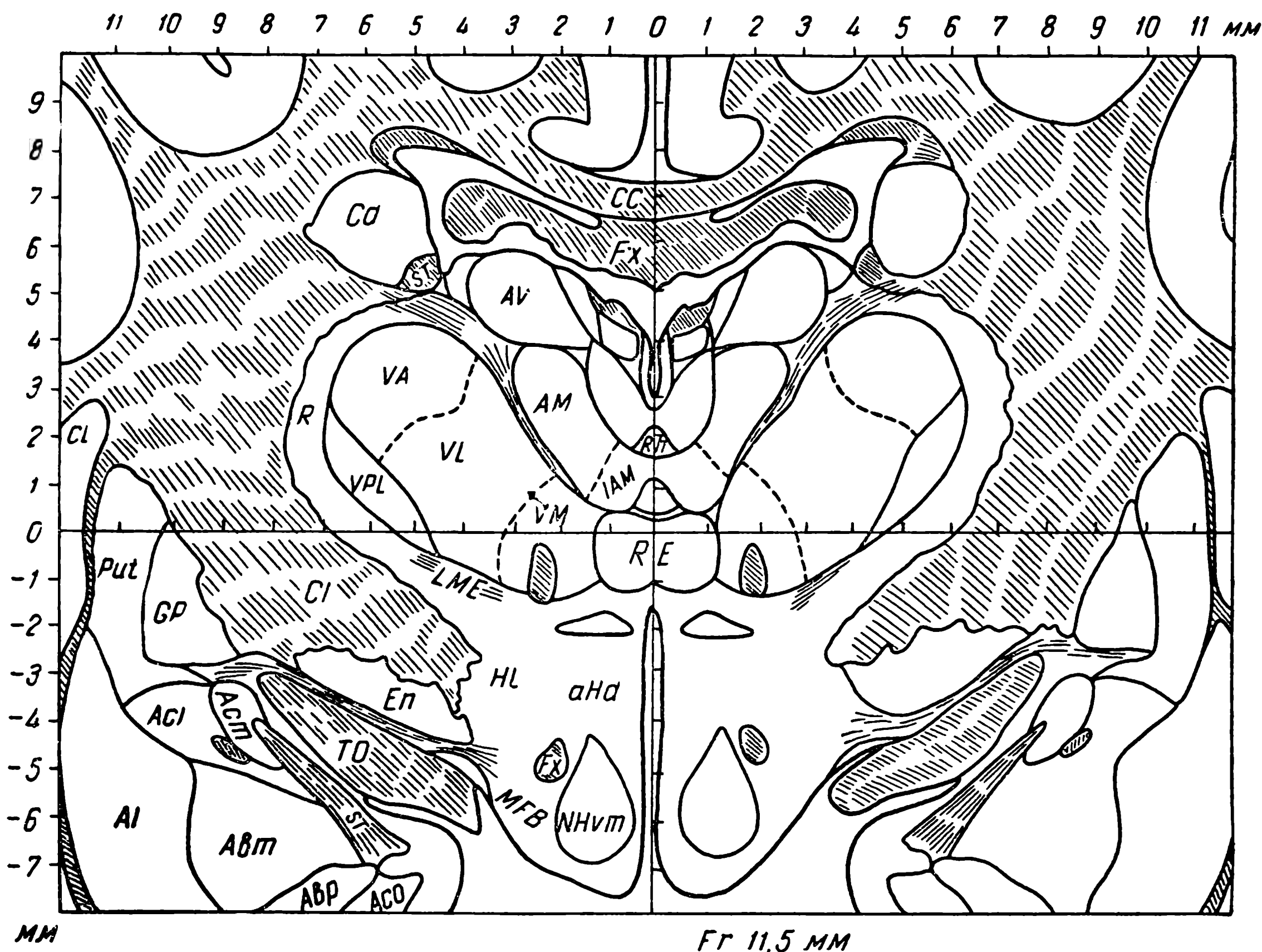


Рис. 156. Фронтальный срез мозга кошки из атласа Джаспера и Амон-Марсана (H. Jasper и C. Ajmone-Marsan, 1954).

чика электрода в латеральной плоскости. Для этого из показаний горизонтальной шкалы держателя электрода необходимо вычесть цифру, определяющую смещение исследуемой структуры мозга в латеральном направлении от нулевой сагиттальной плоскости (в данном случае следует вычесть 6 или 6,2).

#### Задача 1.

#### Отведение вызванных потенциалов от специфического переключающего ядра таламуса

На рис. 157 приведен внешний вид экранированной камеры со стереотаксическим прибором и электронной аппаратурой. После проведения всех необходимых расчетов для обоих

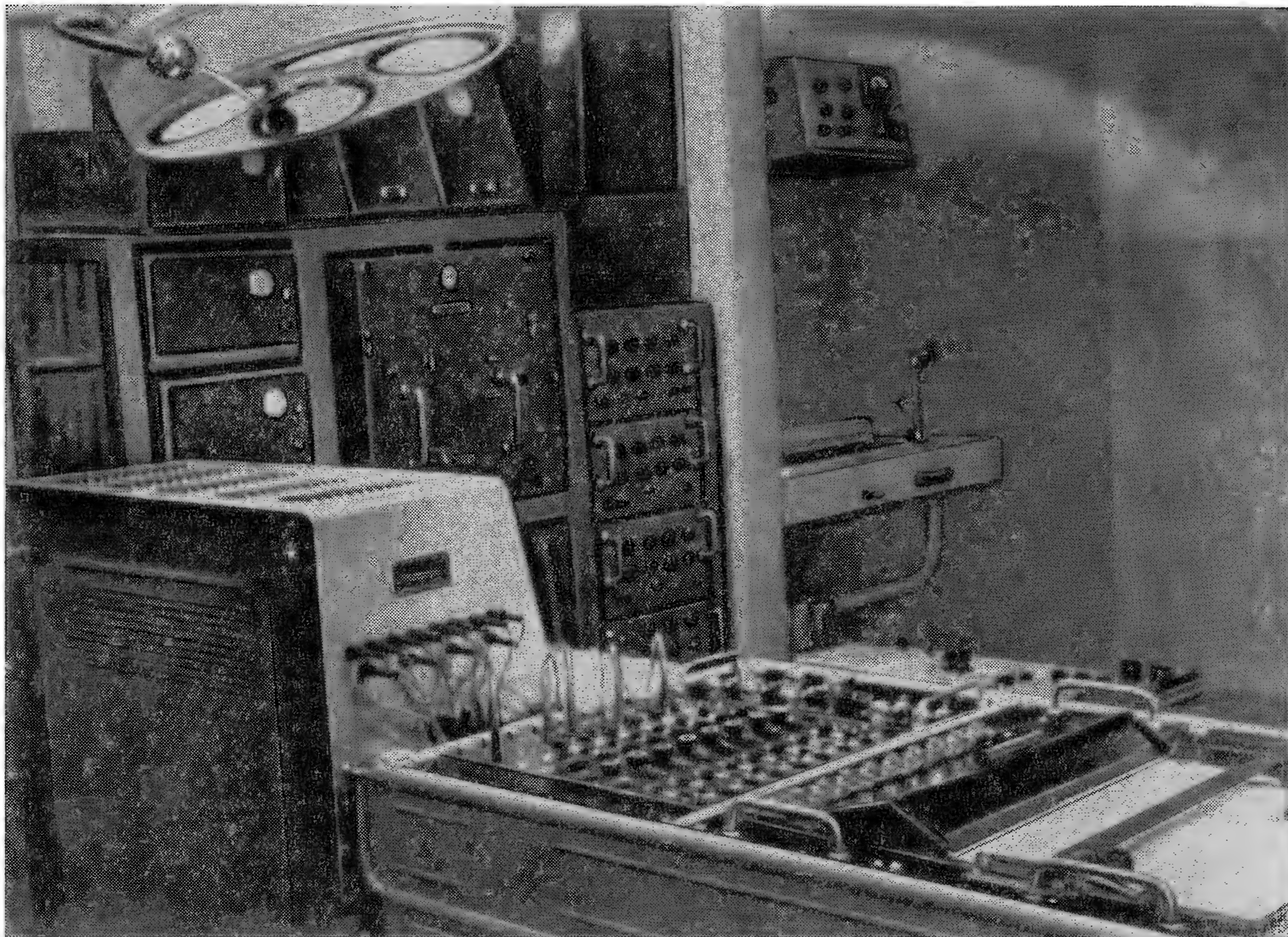
выходу стимулятора. Посылая на нерв одиночные стимулы, наблюдают за потенциалами, возникающими в таламусе.

#### Задача 2.

#### Стимуляция вентрального задне-латерального ядра таламуса (п. VPL) и отведение вызванных потенциалов от коры больших полушарий

Погружают в п VPL таламуса (в соответствии с произведенными расчетами) биполярный стимулирующий электрод. Соединяют его с выходом стимулятора. На кору мозга помещают отводящий униполярный электрод, располагая его в области задней сигмовидной извилины, т. е. в пределах первой зоны афферент-





**Рис. 157.** Внешний вид экранированной камеры для электрофизиологических исследований. В камере установлен стереотаксический аппарат.

ных специфических сомато-сенсорных проекций. Раздражая таламус одиночными стимулами, наблюдают потенциалы, возникающие в коре мозга. Перемещая отводящий электрод по поверхности коры, находят область, от которой отводятся ответы, максимальные по амплитуде и с минимальным латентным периодом.

**Рекомендации к оформлению работы.** 1. Зарисуйте схему стереотаксической установки. 2. Запишите план расчета местоположения конца подкоркового электрода. 3. Зарисуйте форму ответов, отводимых от таламуса и коры. Охарактеризуйте их свойства.

**Ответьте на вопросы:** Пользуясь Вашими исходными данными, определяющими расположение электрода, произведите необходимые расчеты для введения его в амигдалярное базально-медиальное ядро (Abm, рис. 156).

---

#### РАБОТА 13 (118)

#### **ХРОНИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ЖИВОТНЫХ С ВЖИВЛЕННЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ. ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ГИПОТАЛАМУСА В ФОРМИРОВАНИИ ЭМОЦИЙ**

---

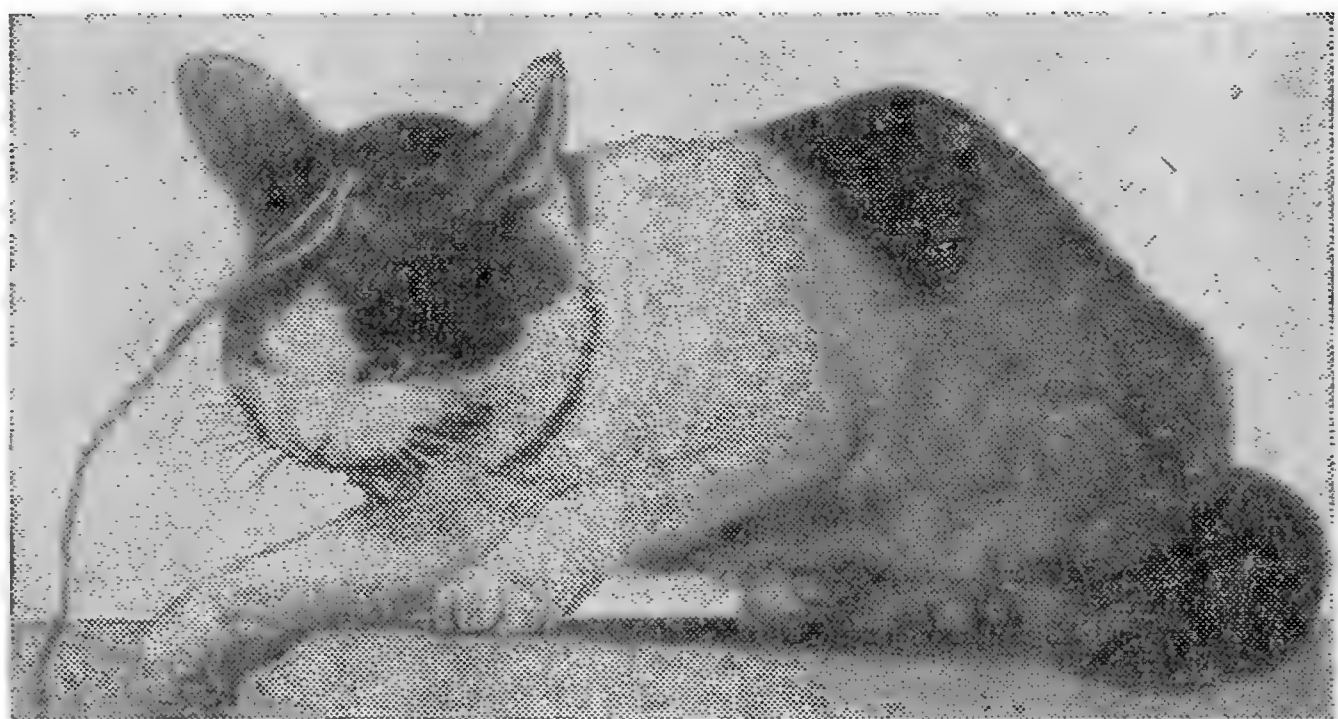
**Цель работы:** Ознакомиться с современными методическими приемами изучения функций мозга в хроническом эксперименте и с экспериментальными фактами, подтверждающими участие стволовых структур в формировании эмоций.

Известно, что раздражение базальных отделов промежуточного мозга и соседних областей ретикулярной формации у ненаркотизированных животных в хроническом эксперименте посредством вживленных в эти структуры

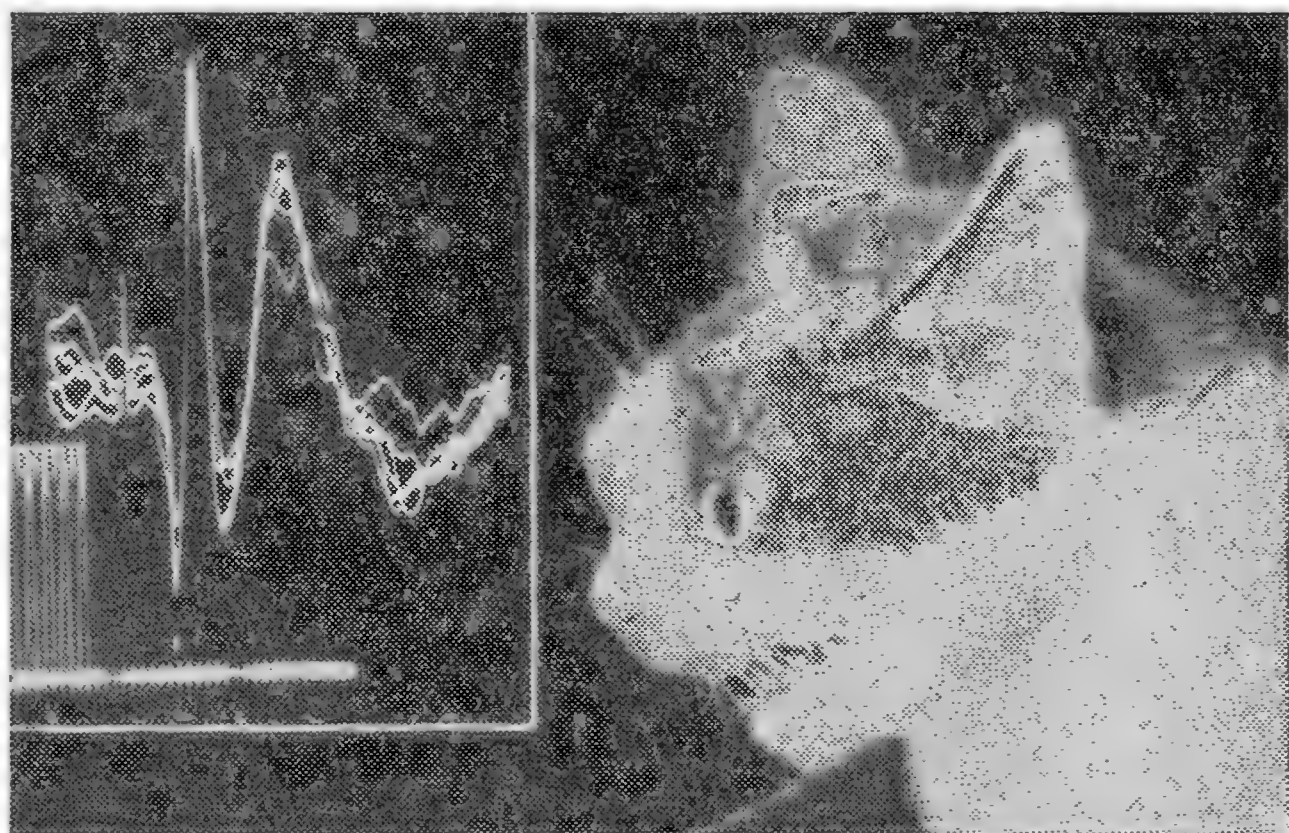




**Рис. 158.** Раздражение электрическим током некоторых участков гипоталамуса через две пары вживленных электродов. Агрессивное проявление ярости.



**Рис. 159.** Пассивный характер проявления ярости.



**Рис. 160.** Реакция страха у кошки при раздражении некоторых участков гипоталамуса (пояснения в тексте).

электродов вызывает целый ряд специфических реакций. К ним относятся настораживание, акинезия и неспособность к настораживанию, булимия, эффект ярости, реакции страха и др. Все это послужило основанием считать эти структуры причастными к формированию эмоционального поведения.

**Для работы необходимы:** специальная колодка с гнездами для крепления вилки и электродов (колодка предназначена для крепления на костях черепа), стеракрил или другая быстротвердеющая и хорошо удерживающаяся на костях черепа пластмасса, кошка.

**Проведение работы.** Техника вживления электродов в общих чертах не отличается от техники введения электродов по стереотаксическим координатам. Животное под наркозом

закрепляют в стереотаксис. По координатам определяют зону введения и высчитывают необходимую длину погружного изолированного, за исключением кончика, биполярного электрода. Через небольшое трепанационное отверстие, которое лучше всего делать зубо-врачебной фрезой, электрод погружают в ткань мозга. Колодку прикрепляют к костям черепа с помощью специальных винтов и заливают пластмассой. По истечении послеоперационного периода (5—7 дней) животное берут в опыт и, посылая через вживленные электроды постепенно усиливающиеся стимулы, проверяют характер возникающих при этом реакций. На рис. 158, 159, 160 приведены фотографии кошки с двумя парами электродов, вживленных в стволовую часть мозга (область заднего и переднего гипоталамуса).

Операция вживления электродов требует определенного опыта, предварительной подготовки колодки с электродами для вживления и занимает много времени. Поэтому ее целесообразно проводить под руководством преподавателя силами студентов-кружковцев с последующей демонстрацией животных на лабораторных занятиях.

При умеренной силе стимуляции одной из зон (рис. 159) возникала реакция пассивной злобы, не связываемой животным с окружающими предметами и людьми. Увеличение силы стимула приводило к усилению реакции и она приобретала агрессивный характер (рис. 158), но опять-таки не была направлена на что-либо конкретное из окружающей обстановки. Раздражение другой области током умеренной силы вызывало реакцию страха (рис. 160). При усилении силы стимуляции реакция переходила в паническое бегство животного с плохой ориентировкой направления.

На животных с вживленными электродами, расположенными на поверхности коры мозга, можно изучать закономерности возникновения вызванных потенциалов. На рис. 160 приведен первичный ответ, зарегистрированный в хроническом опыте на ненаркотизированном животном в ответ на стимуляцию кожи задней контралатеральной конечности слабыми одиночными ударами тока.

#### Рекомендации к оформлению работы:

1. Опишите ход операции и укажите области вживления электродов.
2. При повторных наблюдениях за оперированными животными опишите их состояние и характер реакций, возникающих в ответ на стимуляцию мозга.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каковы особенности и преимущества исследований, проводимых в условиях хронического эксперимента? 2. Какова роль гипоталамуса в формировании эмоционального поведения животных.

#### РАБОТА 14 (109)

#### ХРОНИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА ЖИВОТНЫХ С ВЖИВЛЕННЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ. ОПЫТЫ ДЖ. ОЛДЗА (J. OLDS) ПО САМОРАЗДРАЖЕНИЮ ЖИВОТНЫХ

**Цель работы:** Познакомиться с техникой вживления электродов в мозг крысы и методикой опытов по самораздражению.

В опытах с самораздражением, методику которых разработал Олдз (1956), животное само может наносить себе раздражения через вживленные электроды. Эти опыты поднимают много теоретических проблем, таких, как фор-

мирование эмоций, механизм возникновения ощущений, вопросы дифференцировки различного рода воздействий на категории «приятных», «нейтральных», «неприятных». Кроме того, эта методика открывает новые возможности в изучении физиологии стволовых струк-

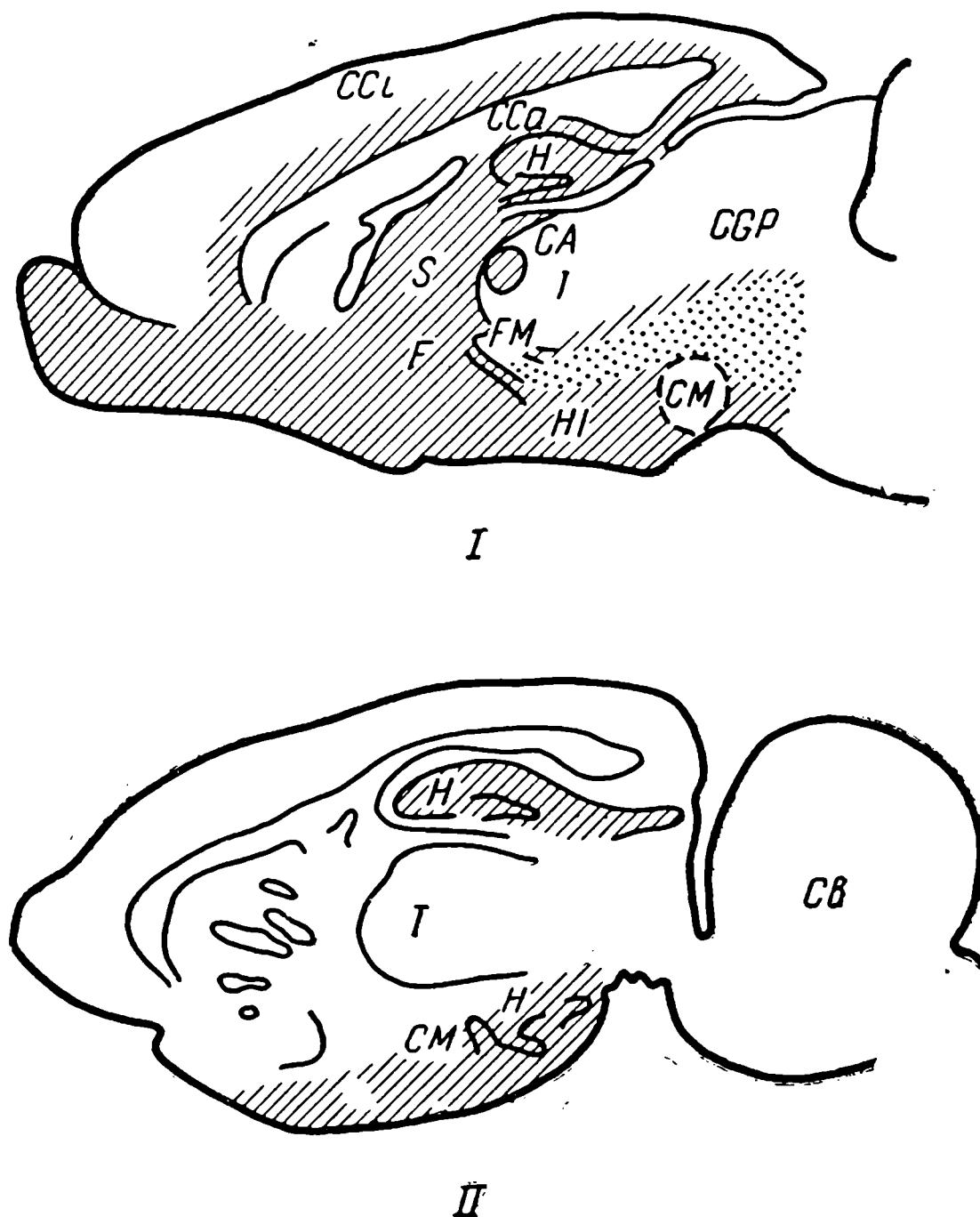


Рис. 161. Схема разреза (I, II) мозга крысы по средней линии. Заштрихованы области, при раздражении которых можно вызвать положительные эффекты, точками показан отдел мозга, при раздражении которого вызывается эффект избегания.

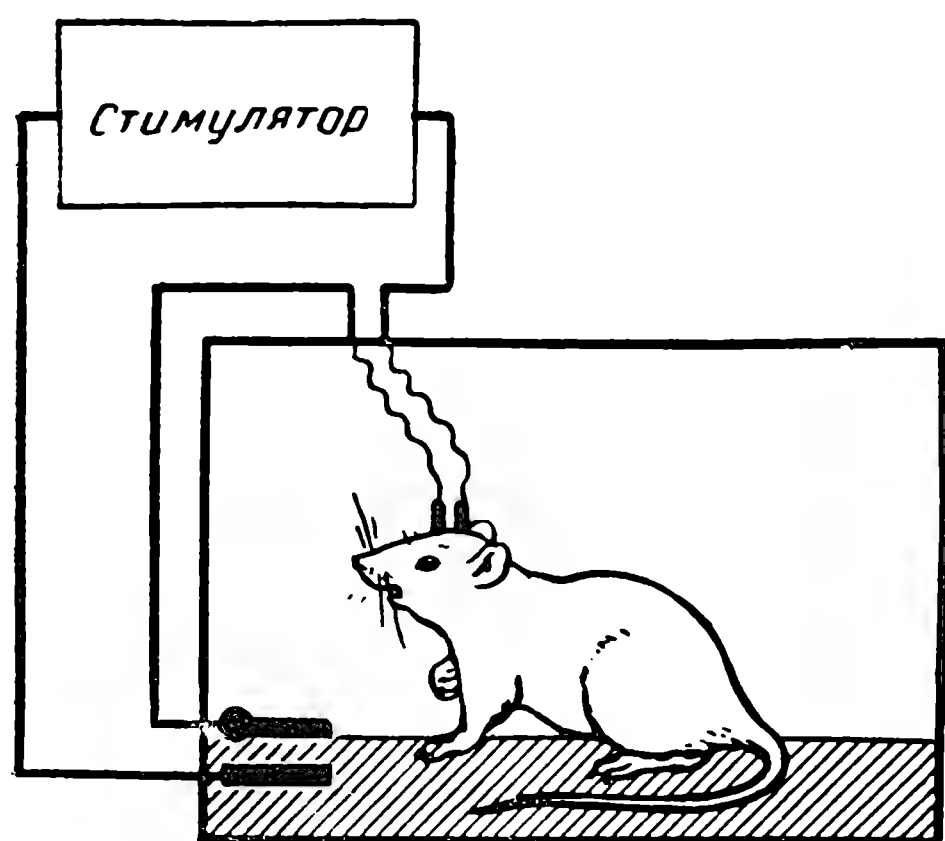
CCi — cortex cinguli; CCa — corpus callosum; S — septum; H — hippocampus; CA — commissura anterior; FM — fasciculus mamillo-thalamicus; HI — hypothalamus; Cb — cerebellum; CM — corpus mamillare; T — thalamus; F — fornix; A — amygdalum; CGP — cortex gyri praepiriformis.

тур. А сочетание ее с методом условных рефлексов уже принесло несомненные успехи. Наряду с этим методика самораздражения применяется для исследования влияния на поведенческие реакции и на проявление эмоций ряда фармакологических веществ, относимых к группе психофармакологических соединений.

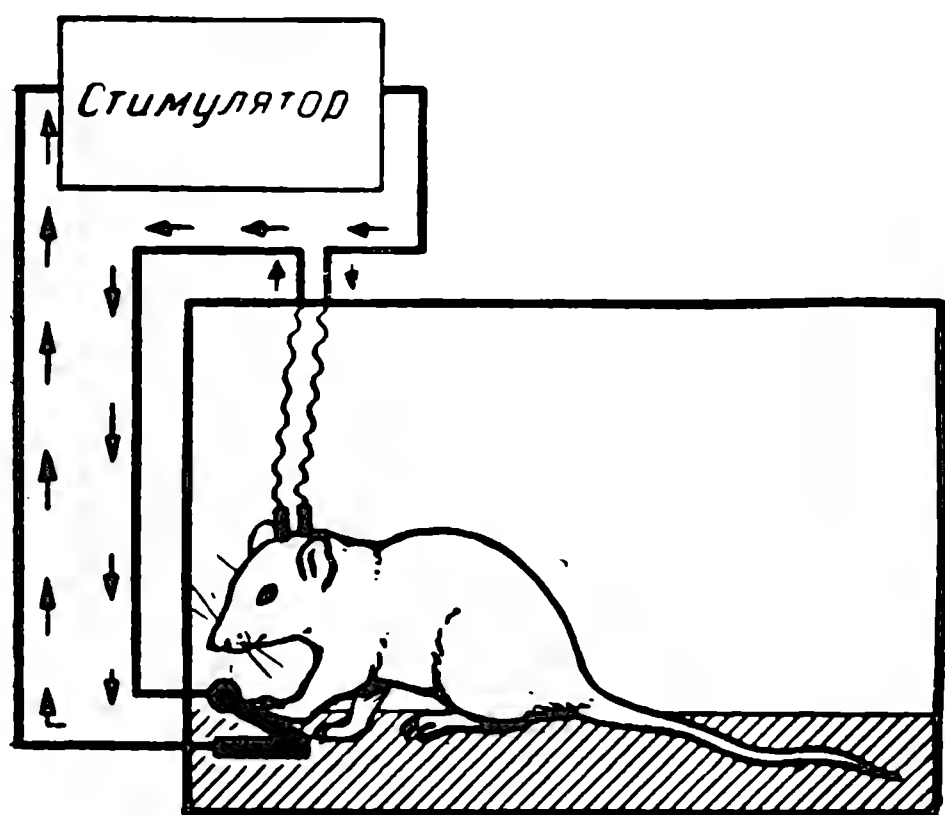
#### Проведение работы [см. работу 13 (108)].

Вживление электродов даже точно в зоны, которые описывает Олдз (рис. 161, I—II), не обязательно сопровождается положительным эффектом. Как отмечает сам автор, около 60% всех электродов при раздражении являются эмоционально нейтральными,— животное не производит самораздражения, но и не избегает его; 5% электродов оказываются эмоционально отрицательными, а остальные 35% — эмо-





1



2

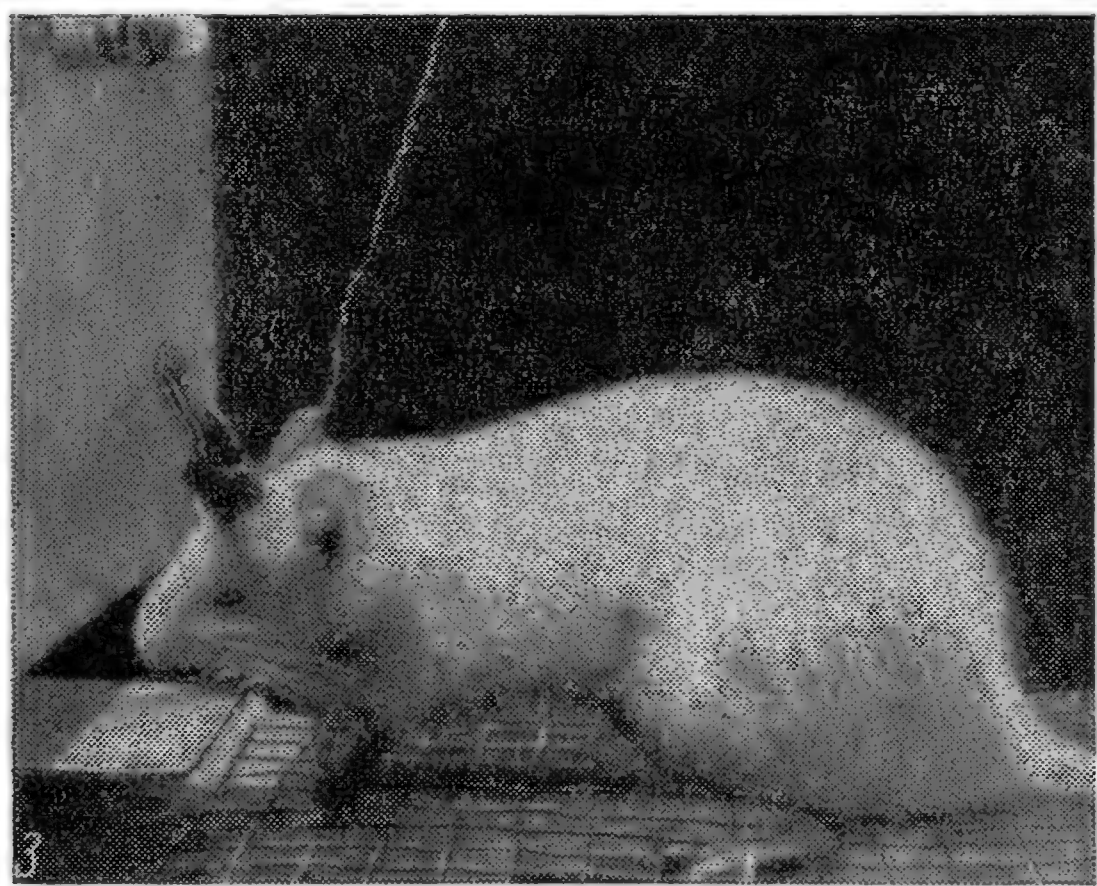


Рис. 162. Опыты с самораздражением.

1—2 — упрощенная схема техники самораздражения через вживленные электроды; 3 — крыса находится у контактной площадки, лапа — на рычаге-замыкателе цепи.

ционально положительными. Когда электрод находится в соответствующей активной точке, животное с явным удовольствием производит самораздражение.

На рис. 162, 1, 2, приведены упрощенная схема технической стороны методики самораздражения и вид животного, готового нажать рычаг (рис. 162, 3). Характерна его поза в период самораздражения.

**Рекомендации к оформлению работы:** Зарисуйте схему установки и схему расположения вживленных электродов.

**Ответьте на вопрос:** Какие новые возможности для исследований дает методика самораздражения?

#### РАБОТА 15 (110)

#### РЕФЛЕКСЫ ЧЕЛОВЕКА, ИМЕЮЩИЕ КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

**Цели работы:** 1. Познакомиться с клинически важными рефлексам человека и их механизмами. 2. Приобрести навыки их исследования.

Большинство рефлексов, имеющих важное значение для самосохранения, поддержания положения тела, быстрого восстановления равновесия, осуществляются на основе «быстродействующих механизмов» с минимальным количеством участвующих нейронных цепей. Например сухожильные рефлекс имеют в основе двухнейронные рефлекторные дуги. Сухожильные рефлекс представляют большой интерес для клинки в качестве теста на функциональное состояние организма в целом и локомоторного аппарата в частности. На рис. 163 приведена схема рефлекторной дуги коленного рефлекса, а на рис. 164 схема механизмов реципрокных отношений, возникающих при осуществлении ряда двигательных рефлекторных реакций.

**Проведение работы.** Выполняющие работу поочередно друг на друге отрабатывают методику воспроизведения важнейших сухожильных рефлекс, приведенных на схемах рис. 165, 166. При этом исследуются сгибательный рефлекс предплечья, разгибательный рефлекс предплечья, брюшной (кожный) рефлекс, коленный и ахиллов сухожильные рефлекс и подошвенный рефлекс.

**Рекомендации к оформлению работы:** Зарисуйте технику воспроизведения и схемы рефлекторных дуг рефлекс.



Ответьте на вопрос: Какие взаимоотношения (исходя из принципов, на которых построена схема А рис. 166) будут иметь место между правой и левой половиной спинного мозга в момент осуществления полисинаптического кожного двигательного рефлекса?

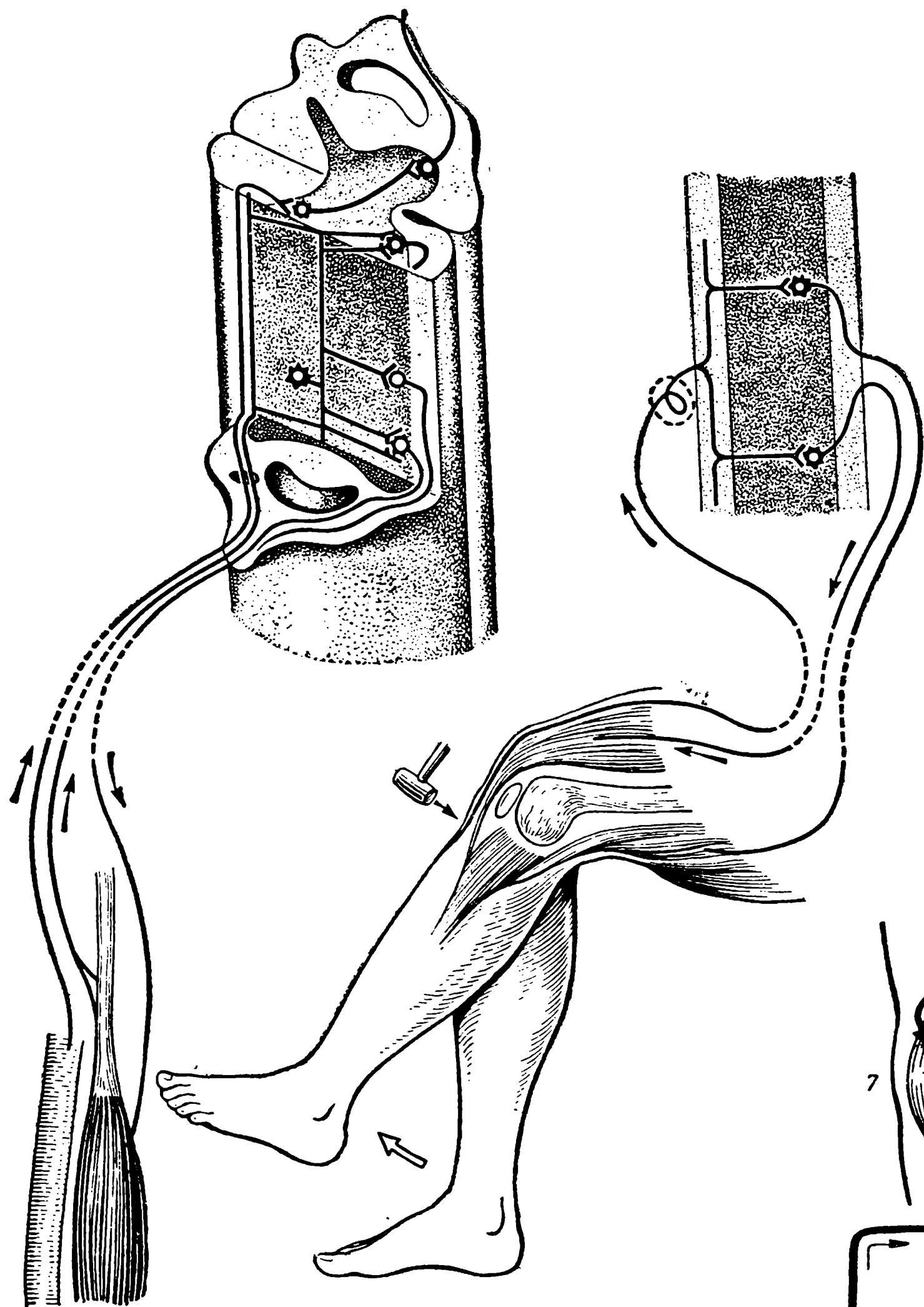


Рис. 163. Схема рефлекторной дуги коленного рефлекса (по С. Best и N. Teylor).

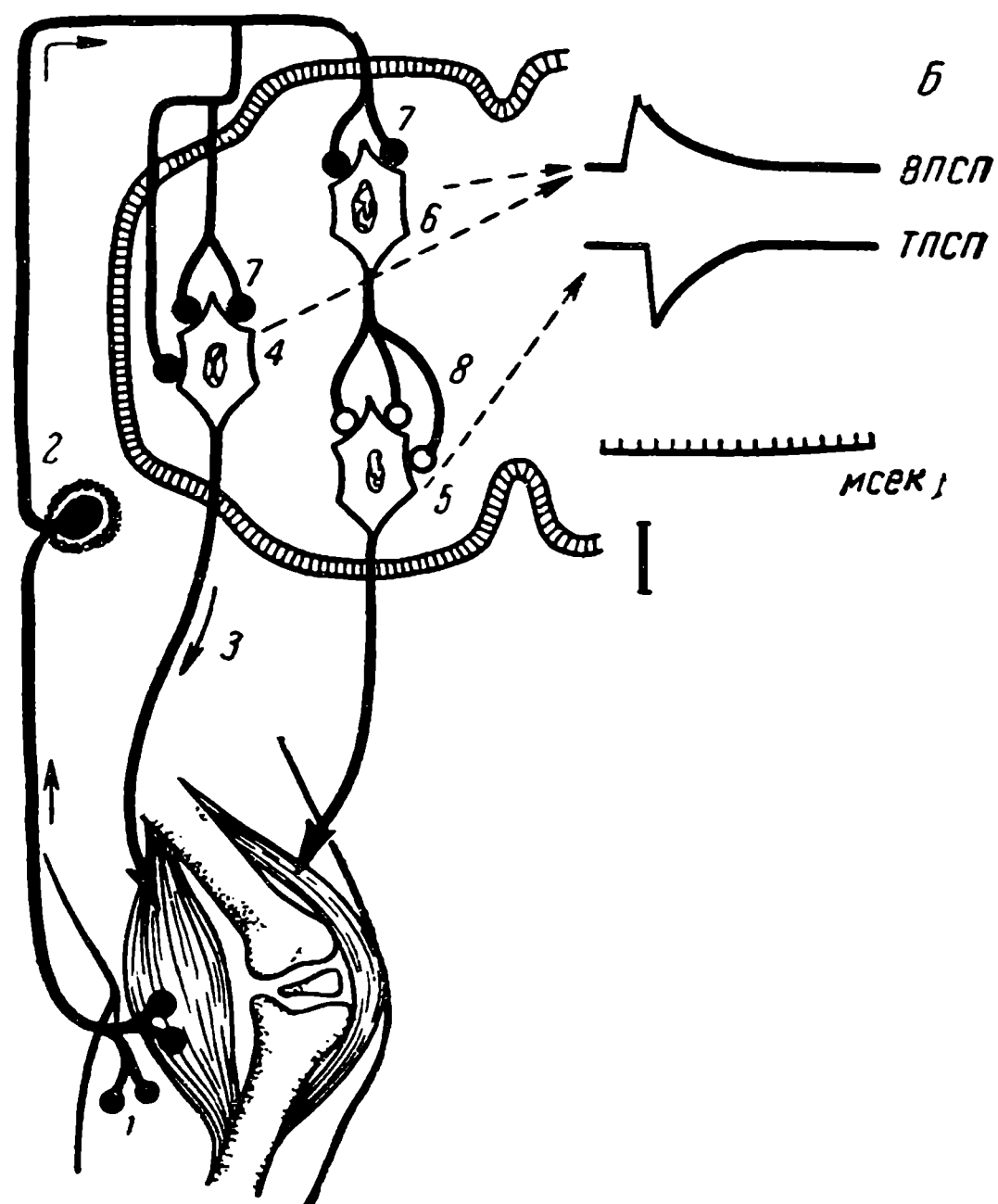
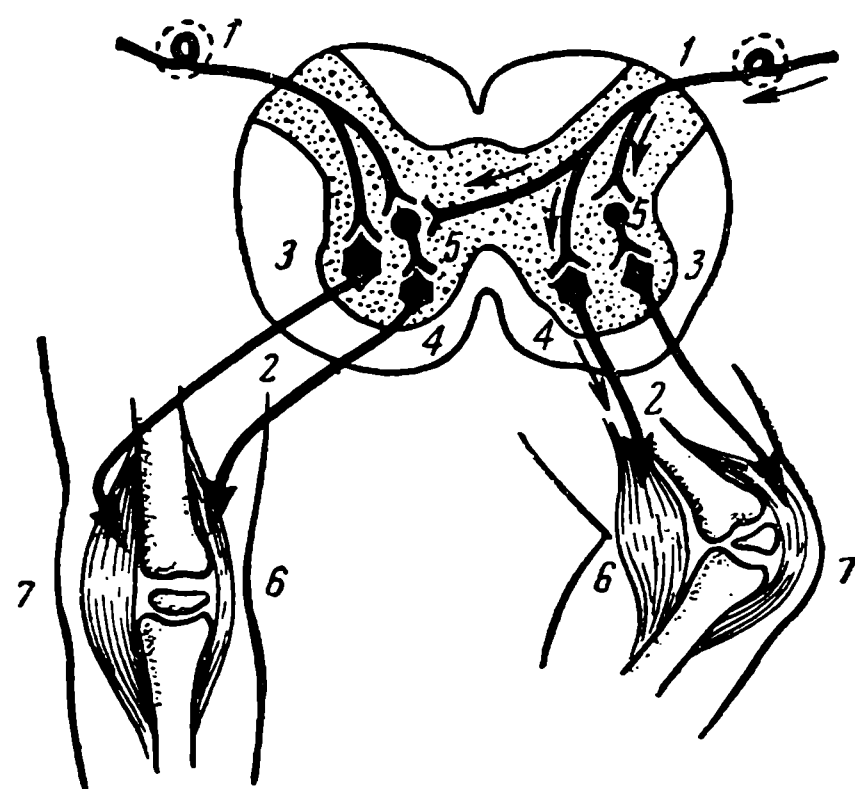


Рис. 164. Схематизированный механизм реципрокных отношений, складывающихся в процессе осуществления ряда двигательных рефлекторных реакций.

А: 1 — афферентные нервные волокна; 2 — эфферентные нервные волокна; 3 — мотонейроны разгибателей; 4 — мотонейроны сгибателей; 5 — вставочные тормозные гиперполяризирующие нейроны; 6 — мышцы сгибатели; 7 — мышцы разгибатели. Б: 1 — рецепторы; 2 — афферентные волокна; 3 — эфферентные волокна; 4 — мотонейроны сгибателей; 5 — мотонейроны разгибателей; 6 — вставочные тормозные нейроны; 7 — деполаризирующие синапсы; 8 — гиперполяризирующие синапсы.

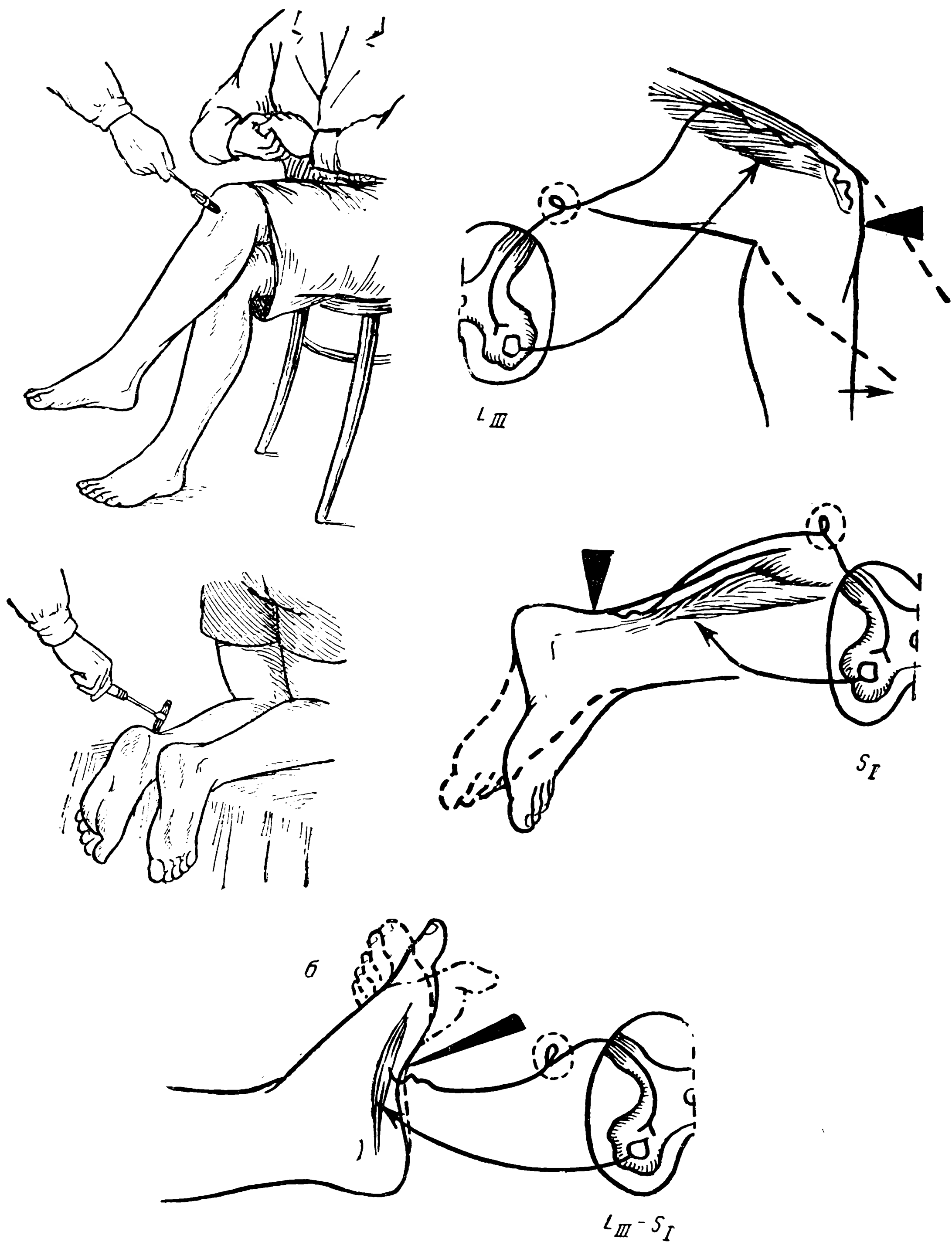


Рис 165. Методика воспроизведения некоторых рефлексов человека имеющих клиническое значение, и схемы их рефлекторных дуг (нижние конечности).

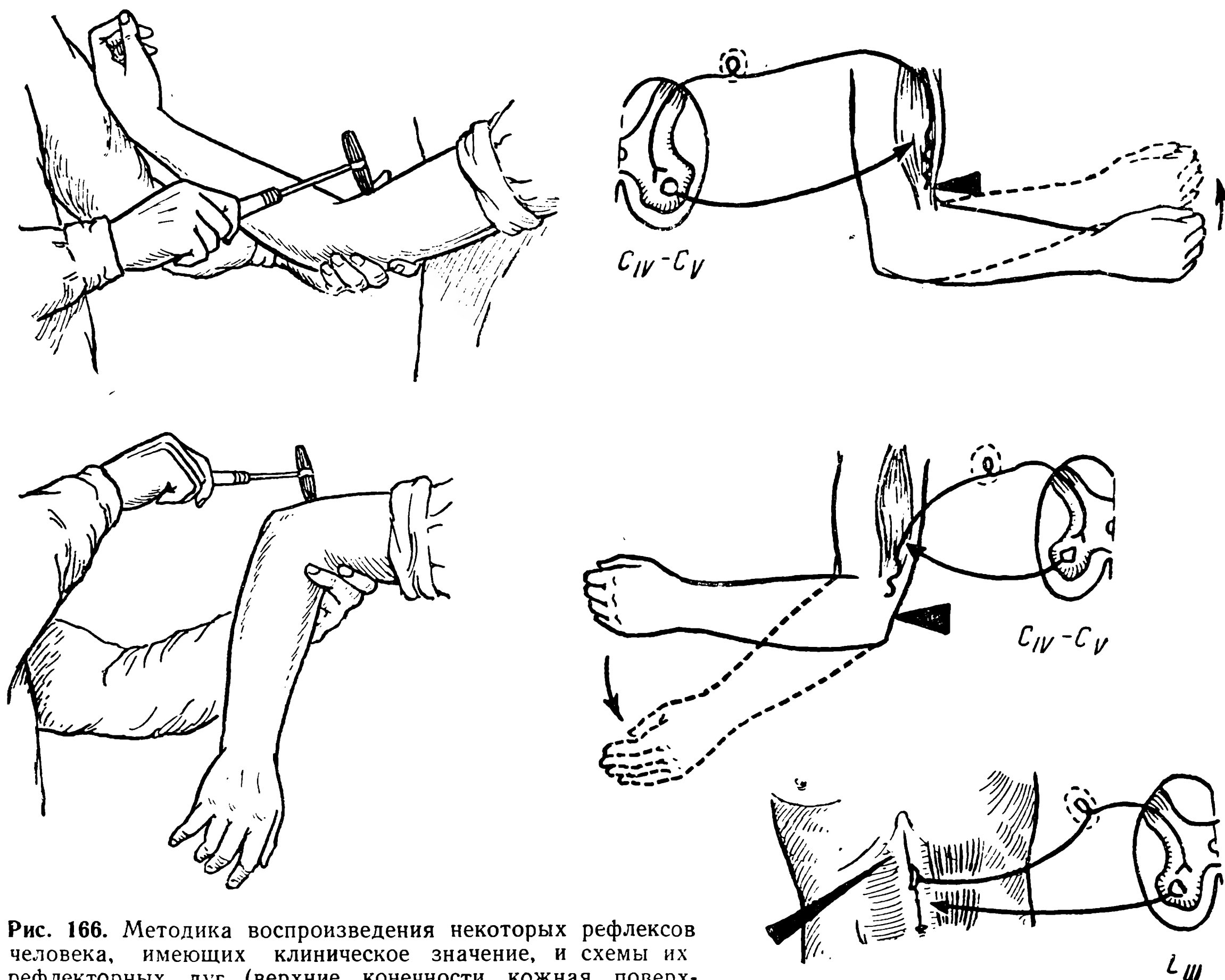


Рис. 166. Методика воспроизведения некоторых рефлексов человека, имеющих клиническое значение, и схемы их рефлекторных дуг (верхние конечности, кожная поверхность живота).

### Г Л А В А XIII

## ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Основной формой деятельности нервной системы является рефлекс. Изучая высшую нервную деятельность человека и животных, И. П. Павлов показал, что все рефлекторные реакции можно разделить на две большие группы: условные и безусловные рефлексы. Безусловные рефлексы — это реакции, осуществляемые организмом в ответ на непосредственное раздражение данного рецептивного поля. Безусловные рефлексы врожденные, они свойственны всем животным данного вида и передаются по наследству. Условные рефлексы образуются в течение индивидуальной жизни человека или животных и не передаются по наследству. Условные рефлексы формируются на основе безусловных. Непрерывно изменяющиеся условия внешней среды вызывают по-

явление одних условных рефлексов и угашение (торможение) других. Условные рефлексы осуществляются у высших животных и человека с обязательным участием коры больших полушарий головного мозга. Главная отличительная особенность условного рефлекса заключается в том, что рефлекторная реакция начинается при действии сигналов — условных раздражителей, что позволяет организму более совершенно приспосабливаться к окружающей среде. Условные рефлексы образуются при замыкании временной связи между двумя очагами возбуждения, возникающими в коре больших полушарий при одновременном действии условного и безусловного раздражителей. Работами И. П. Павлова и его учеников было доказано, что в основе высшей



нервной деятельности животных лежит сложный комплекс условных и безусловных рефлексов. Поэтому метод условных рефлексов является идеальным инструментом для исследования высшей нервной деятельности человека и животных. Кроме классических павловских методик, в последнее время в физиологии получило широкое распространение изучение биоэлектрических явлений, возникающих в коре больших полушарий и нижележащих отделах нервной системы при развитии в них процессов возбуждения и торможения.

#### РАБОТА 1 (111)

##### **НАТУРАЛЬНЫЙ УСЛОВНЫЙ РЕФЛЕКС.**

##### **ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ БЕЗУСЛОВНОГО**

##### **СЛЮНООТДЕЛИТЕЛЬНОГО И НАТУРАЛЬНОГО**

##### **УСЛОВНОГО СЛЮНООТДЕЛИТЕЛЬНОГО РЕФЛЕКСА**

##### **У СОБАКИ**

**Цель работы:** Показать наличие натуральных условных рефлексов без специальной их выработки в эксперименте.

Условные рефлексы по способу образования их могут быть разделены на натуральные и искусственные. Натуральные условные рефлексы вырабатываются на раздражители, которые обычно сопутствуют данному безусловному раздражителю в повседневной жизни (например, вид и запах пищи). Такие условные рефлексы не требуют для своего образования большого количества сочетаний. Они прочны, сохраняются в течение всей жизни и этим приближаются к безусловным рефлексам.

**Для работы необходимы:** станок для собаки, менделеевская замазка, пробирка, воронка, мясо, собака с фистулой слюнной железы.

**Проведение работы.** Собаке наклеивают на фистулу слюнной железы менделеевской замазкой воронку и подвешивают к последней пробирку. Затем показывают собаке кусок мяса, наблюдают выделение слюны на вид и запах мяса и собирают слюну в течение 3 минут. После этого заменяют пробирки и кормят собаку мясом, наблюдая слюноотделение во время еды также в течение 3 минут.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Опишите ход экспериментов. 2. Подсчитайте, сколько миллилитров слюны выделилось у собаки на вид и запах мяса. 3. Подсчитайте, сколько миллилитров слюны выделилось у собаки во время еды.

##### **Ответьте на вопросы:**

1. Когда выработался натуральный условный рефлекс? 2. Почему натуральные условные рефлексы для своей выработки требуют меньшего количества сочетаний, чем искусственные условные рефлексы?

#### РАБОТА 2 (112)

##### **ВЫРАБОТКА УСЛОВНОГО ОБОРОНИТЕЛЬНОГО РЕФЛЕКСА**

Искусственными называются условные рефлексы, которые образуются на раздражители, не имеющие прямого отношения к данному безусловному.

Работу с условными рефлексами проводят по методике, разработанной И. П. Павловым. Для того чтобы во время опыта с условными рефлексами ограничить воздействие на животное различных раздражителей, И. П. Павловым была создана специальная звуко- и светонепроницаемая камера (рис. 167). В этой камере животное изолировано от внешних раздражителей и от экспериментатора, находящегося вне камеры у пульта управления приборами, необходимыми для проведения опытов. Современные павловские камеры дополняют специальным заземленным экраном, позволяющим параллельно проводить и электрофизиологические исследования.

**Для работы необходимы:** камера для выработки условных рефлексов, манжетка с раздражающими электродами, манжетка с отводящими электродами, электростимулятор, электромиограф, фотофоностимулятор, собака.

**Проведение работы.** Собаку ставят в станок (рис. 167, 1). Манжетку с раздражающими электродами, соединенными со стимулятором, укрепляют на нижней части голени (шерсть на этом месте должна быть тщательно выстрижена). На той же лапе укрепляют вторую манжетку с отводящими электродами. Регистрирующие электроды подключают к электромиографу (или электроэнцефалографу, с помощью которого в данном случае можно регистрировать электромиограмму).

До начала выработки условного рефлекса определяют порог раздражения. Для этого от стимулятора, работающего в режиме непрерывной генерации, подают электрические импульсы частотой 20—30 гц, амплитудой 2—6 в и длительностью отдельного импульса 0,2—0,5 мсек (в последующем длительность раздражающих стимулов не меняется). Постепенно увеличивая амплитуду, подбирают такую минимальную силу стимула, которая вызывает безусловную двигательную реакцию — отдергивание лапы. Увеличив найденное напряжение еще на 2 в, используют его в качестве безусловного болевого подкрепления.

Выработка условного оборонительного рефлекса заключается в сочетании действия светового раздражителя с болевым. Для этого



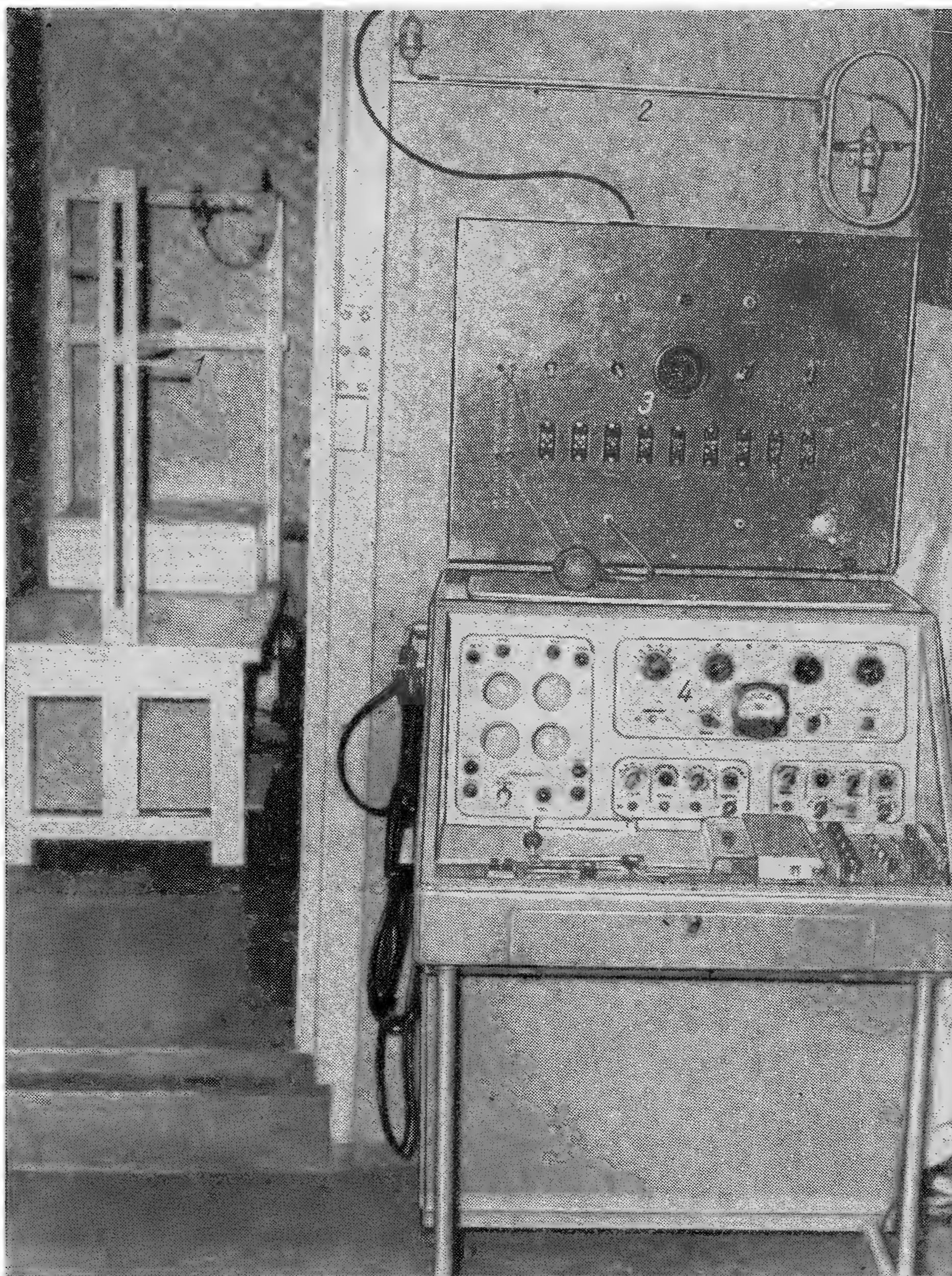


Рис. 167. Павловская камера для выработки условных рефлексов (общий вид).  
1 — станок для собаки внутри камеры; 2 — система регистрации слюноотделения;  
3 — пульт управления; 4 — электроэнцефалограф.

включают световой раздражитель и после его изолированного действия в течение 3—5 секунд подкрепляют это раздражение, подавая электрический ток.

При действии тока наблюдается отдергивание лапы. Потенциалы, возникающие при работе мышц, регистрируются электромиографом [см. работу 21 (96)] и имеют вид быстрых колебаний частотой 30—50 гц и амплитудой 200—

300 мв. Сочетание света с болевым подкреплением производят с интервалами в 2—3 минуты.

Через несколько сочетаний наблюдают появление электрической активности небольшой амплитуды, регистрируемой уже при изолированном действии света (без подкрепления током). Сгибание лапы на условный раздражитель может пока отсутствовать. При продолже-

нии сочетаний света с электрическим током наблюдают подъем лапы и регистрируют электромиограмму непосредственно в ответ на включение светового раздражителя (рис. 168). Пос-

рефлекса условный раздражитель (вспышка электрической лампочки) должен предшествовать безусловному подкреплению (электрокожное раздражение)?

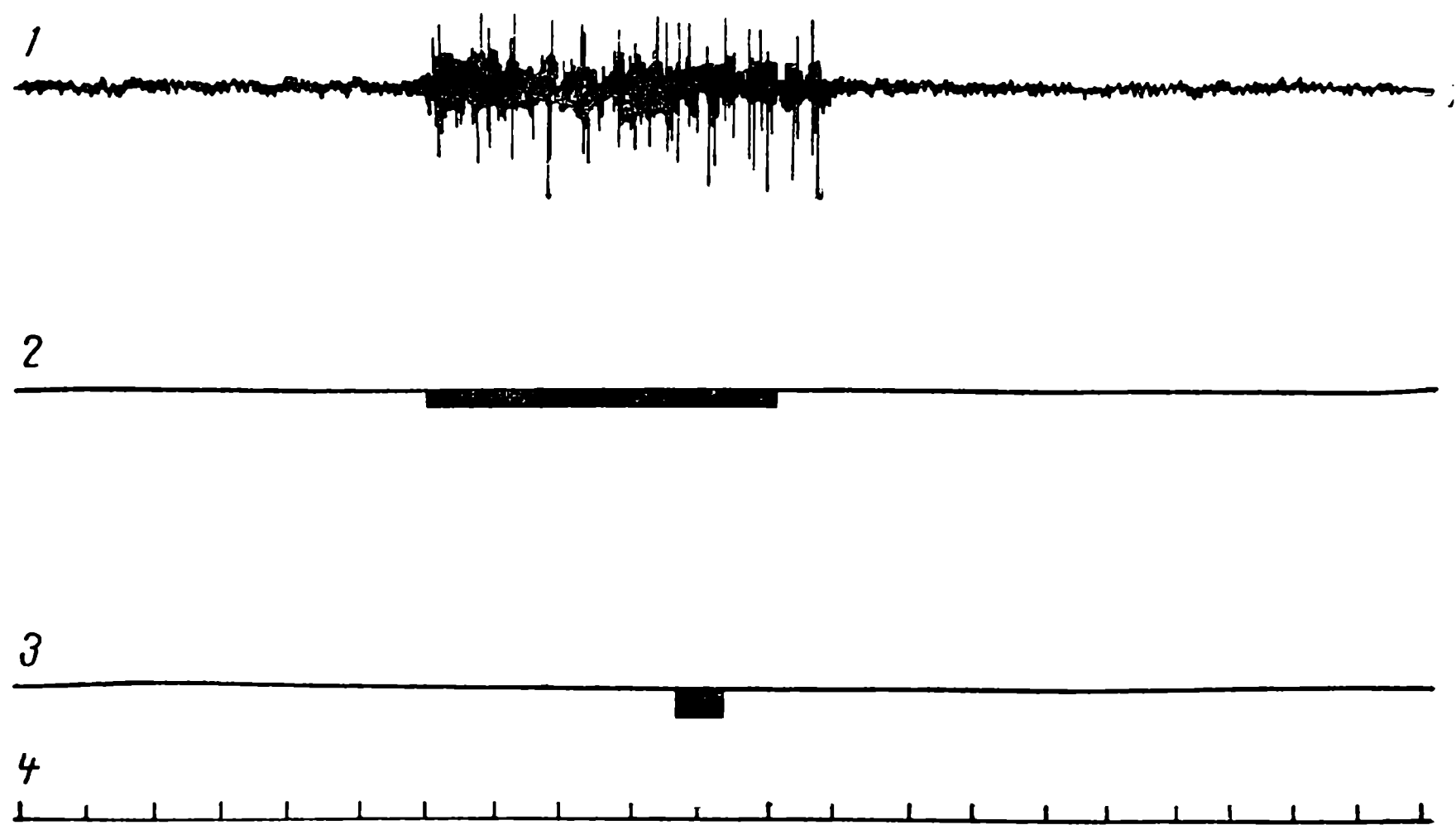


Рис. 168. Кимограмма условного оборонительного рефлекса.  
1 — электромиограмма; 2 — отметка условного раздражения; 3 — отметка безусловного раздражения; 4 — отметка времени 1 секунда.

ле образования условного оборонительного рефлекса его упрочивают, производя еще 5—10 сочетаний.

**Рекомендации к оформлению работы:**  
1. Все работы с использованием метода условных рефлексов оформляют по следующему образцу:

Дата . . . . .

Протокол опыта № \_\_\_\_\_

Состояние животного \_\_\_\_\_

Время начала действия раздражителя	Название раздражителя	Продолжительность действия раздражителя, секунды	Порядковый номер применения данного раздражения	Латентный период условной реакции, секунды	Безусловное подкрепление	Электромиографическая реакция	Примечание
10 часов 05 минут 20 секунд	Свет	15	26	1	Ток 20 в	Увеличение электромиограммы	
10 часов 07 минут 50 секунд	Свет	15	27	1,1	Ток 20 в	То же	

2. Вклейте в тетрадь полученную в опыте кимограмму.

**Ответьте на вопросы:** 1. Почему при раздражении зрительного анализатора наблюдалась оборонительная реакция животного? 2. Почему при выработке условного оборонительного

РАБОТА 3 (113)  
**ВЫРАБОТКА УСЛОВНОГО ДВИГАТЕЛЬНОГО ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНОГО РЕФЛЕКСА**

**Цель работы:** Овладеть методикой выработки двигательного пищедобывательного рефлекса у кролика.

**Для работы необходимы:** камера для выработки условных рефлексов у мелких животных, фотостимулятор, морковь, кролик.

**Проведение работы.** В опыте используется кролик, которого заранее приучают дергать зубами за рычаг (для этого резиновый мундштук рычага натирают морковью или привязывают к нему маленький кусочек моркови и, после того, как кролик потянет за рычаг, его подкармливают морковью, подавая ее в пневматической кормушке).

Проверяют работу установки для регистрации двигательных реакций животного (см. рис. 169) <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Экспериментальная камера для выработки условных рефлексов у мелких животных (по Л. Г. Воронину и А. П. Малиновскому) представляет собой деревянную



Двигательный условный рефлекс вырабатывается следующим образом. Наблюдают за поведением животного. Как только кролик направляется к рычагу, включают световой раздражитель. После дерганья за рычаг кормушка должна подавать безусловный подкрепляющий

рефлекса [см. работу 2 (114)]. 2. Вклейте в тетрадь кимограмму опыта.

Ответьте на вопросы: 1. Как изменится двигательный пищедобывательный рефлекс, если в тот момент, когда кролик дергает за рычаг, он получит сильное электрокожное раздраже-

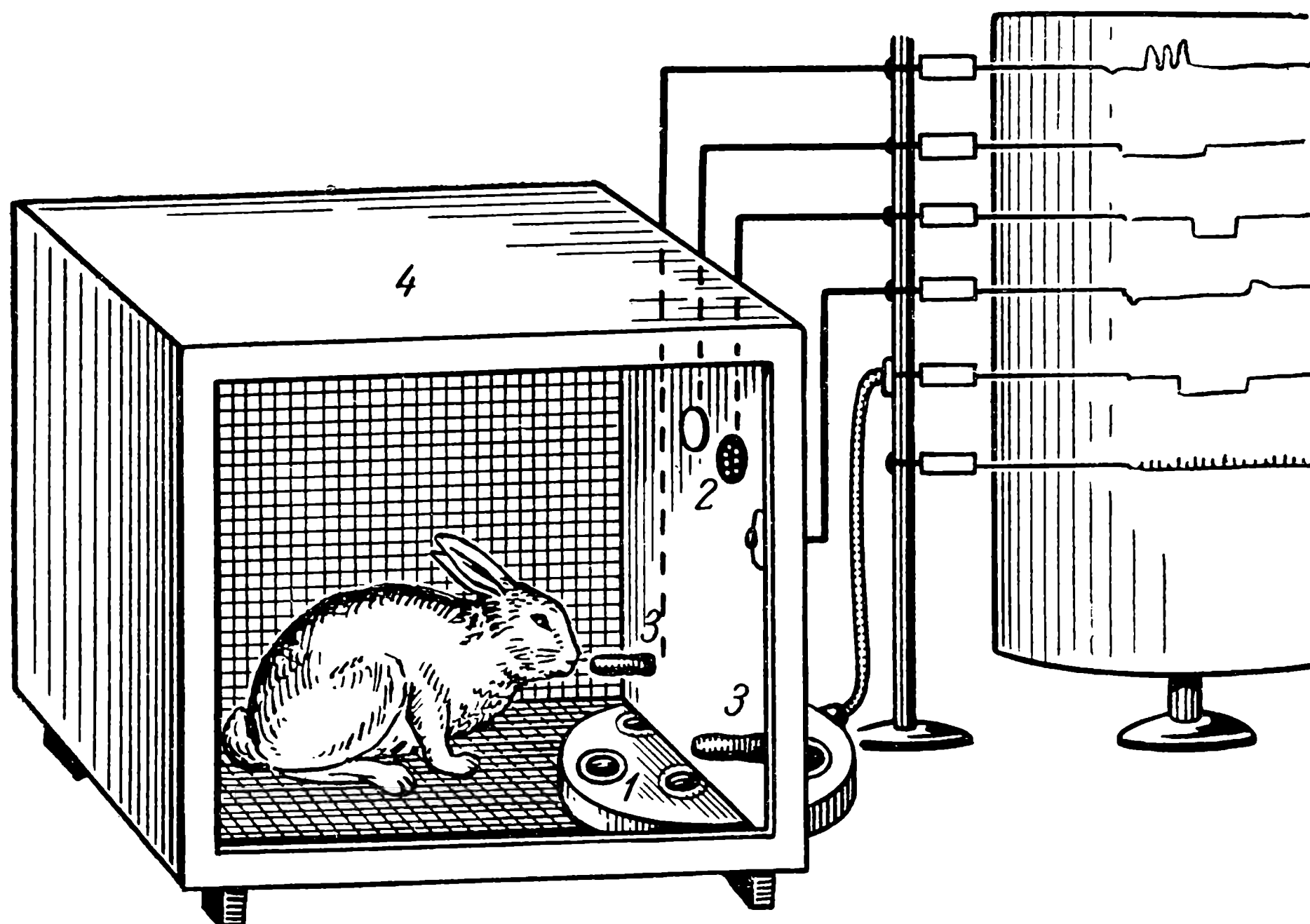


Рис. 169. Экспериментальная камера, применяемая для выработки условных рефлексов у мелких животных (по Воронину и Малиновскому).

1 — пневматическая кормушка; 2 — звуковые и световые раздражители; 3 — металлический рычаг с резиновым мундштуком; 4 — деревянная клетка.

раздражитель — морковь. В тех же случаях, когда кролик дергает рычаг при отсутствии светового раздражителя, безусловного пищевого подкрепления не дают. После 5 — 6 сочетаний света с двигательной реакцией проведение опыта продолжают по следующей схеме: включают световой раздражитель, действующий изолированно в течение 5 секунд (за это время кролик дергает рычаг), а затем подают кормушку с пищей при продолжающемся еще в течение 10 секунд действии света.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Составьте протокол опыта выработки условного рефлекса (см. рис. 169, 4), передняя стенка которой состоит из двух застекленных дверок. В пол камеры вмонтирована пневматическая кормушка (1). На стенках камеры укреплены устройства для подачи световых и звуковых раздражителей (2). На одной из стенок камеры имеется два металлических рычага (3) с резиновыми мундштуками.

ние? 2. Можно ли успешно выработать условный пищедобывательный рефлекс у сытого животного, и если нет, то почему? 3. Какие двигательные рефлексы вырабатываются и упрочиваются быстрее: оборонительные или пищедобывательные?

#### РАБОТА 4 (114)

#### ВЫРАБОТКА СЕКРЕТОРНОГО УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА

**Цели работы:** 1. Освоить методику выработки секреторных условных рефлексов. 2. Провести наблюдение и количественный учет секреторного рефлекса у собаки.

Наиболее удобным видом секреторных рефлексов для исследования высшей нервной деятельности являются слюноотделительные пи-

щевые рефлексы, так как операция выделения слюнного протока на поверхность кожи щеки очень проста и безвредна для животного, а реакция слюноотделения наглядна.

**Для работы необходимы:** камера для выработки условных рефлексов, мясо-сухарный порошок, менделеевская замазка, собака с фистулой слюнной железы.

**Проведение работы.** Собаку помещают в станок, установленный в камере для выработки

**Ответьте на вопросы:** 1. Можно ли выработать у животного слюноотделительный условный рефлекс, если: а) провести предварительную анестезию слизистой оболочки ротовой полости новокаином, дикаином или другим анестетиком; б) сделать перерезку ствола мозга на уровне передних бугров четверохолмия; в) сделать двустороннюю перерезку пп. *glossopharyngeus et facialis* и экстирпировать верхний шейный симпатический узел?



**Рис. 170.** Кимограмма условного слюноотделительного рефлекса.

1 — регистрация слюноотделения в каплях; 2 — отметка условного раздражения; 3 — отметка безусловного раздражения; 4 — отметка времени 1 секунда.

условных рефлексов. На фистулу слюнной железы наклеивают менделеевской замазкой капсулу, соединенную системой резиновых шлангов со шкалой слюноуказателя, выведенной на пульт управления. Наблюдение за поведением собаки ведут через смотровое окно в стенке камеры или при помощи телевизионной установки (например, ПТУ-2). Через каждые 2 минуты включают звуковой раздражитель и через 10 секунд его изолированного действия с помощью пневматического или электрического устройства подают собаке кормушку с мясо-сухарным порошком. Сочетанное действие звука и пищи продолжается около 10 секунд, после чего звук выключают. По шкале слюноуказателя регистрируют количество слюны в каплях, выделенной на условный и безусловный раздражители.

Кимограмма слюноотделительного условного рефлекса представлена на рис. 170.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Составьте протокол опыта выработки условного рефлекса. 2. Укажите количество слюны в каплях, выделяющееся на условный и безусловный раздражители.

#### РАБОТА 5 (115)

#### НАБЛЮДЕНИЕ ВНЕШНЕГО ТОРМОЖЕНИЯ УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА

**Цель работы:** Познакомиться с условиями возникновения внешнего торможения условного рефлекса.

Внешнее (безусловное) торможение является врожденным. Оно выражается в отсутствии или прерывании условной реакции на условный раздражитель при действии новых, неожиданных раздражителей. Внешнее торможение проявляется всегда и не требует специальной выработки.

**Для работы необходимы:** камера для выработки условных рефлексов, мясо-сухарный порошок, менделеевская замазка, собака с фистулой слюнной железы, у которой выработан условный рефлекс на красный свет.

**Проведение работы.** Собаку помещают в станок в камере для выработки условных рефлексов. На фистулу слюнной железы наклеивают капсулу, соединенную со шкалой слюно-

указателя. Вначале проводят обычный опыт с пищевым слюноотделительным условным рефлексом на красный свет. Во время действия очередного условного раздражителя внезапно включают сильный звуковой раздражитель. Наблюдают ярко выраженную ориентировочную реакцию в виде поворота головы и ушей в сторону источника звука (нового раздражителя) и отсутствие (или уменьшение) выработанной секреторной реакции на условный раздражитель.

**Рекомендация к оформлению работы:** Составьте протокол проведенного опыта, в котором отметьте количество капель слюны, отделяемое во время обычного условного слюноотделительного рефлекса и после включения нового раздражителя (звук).

**Ответьте на вопросы:** 1. Будет ли наблюдаться внешнее торможение условного слюноотделительного рефлекса при многократном включении звука после каждого предъявления животному условного раздражителя (красный свет)? 2. Какой механизм лежит в основе внешнего торможения?

---

#### РАБОТА 6 (116)

#### ИЗУЧЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВНУТРЕННЕГО ТОРМОЖЕНИЯ

---

**Цель работы:** Изучить особенности различных видов внутреннего торможения.

**Для всех перечисленных ниже работ (задачи 1—4) необходимы:** две подопытные собаки, одна с выработанным условным пищевым рефлексом на световой раздражитель, другая с выработанным условным пищевым рефлексом на звук частотой 1000 гц.

Работу проводят в камере условных рефлексов.

##### Задача 1.

##### Выработка угасательного торможения

Угасательное торможение возникает в коре больших полушарий после нескольких применений условного раздражителя без подкреплений и выражается в прекращении реакции на условный раздражитель.

**Проведение работы.** Убедившись, что условный рефлекс (слюноотделение при действии света) прочен, переходят к его угашению, многократно применяя условный раздражитель (свет) без подкрепления его пищей. Световой раздражитель применяют с интервалом в 30 секунд, длительность действия раздражителя

5 секунд. Наблюдают, при котором по счету применении света без подкрепления будет впервые отсутствовать условная реакция. После этого продолжают применять световой раздражитель до полного угасания условного рефлекса (условная реакция на свет должна отсутствовать не менее 5 раз подряд).

##### Задача 2.

##### Наблюдение запаздывательного торможения

Другим видом внутреннего торможения является запаздывательное торможение. Оно заключается в запаздывании условной реакции от начала действия условного раздражителя на тот временной интервал, который соответствует времени отставления безусловного подкрепления от начала действия условного раздражителя.

**Проведение работы.** Проводят несколько сочетаний света с пищей, давая пищевое подкрепление всегда точно через 10 секунд после включения света. Далее отодвигают пищевое подкрепление еще на 10 секунд (т. е. при очередном сочетании подкрепление дается не через 10, а через 20 секунд после включения света). На 10-й секунде действия света наблюдают слюноотделение, равное по количеству капель слюны безусловнорефлекторному слюноотделению, хотя подкрепление пищей производилось позже. Отмечают продолжительность запаздывательного торможения.

##### Задача 3.

##### Наблюдение дифференцировочного торможения

Дифференцировочное торможение вырабатывается на раздражитель, несколько отличающийся от условного в количественном отношении, но имеющий с ним общую физическую природу. Обычно на этот раздражитель до выработки дифференцировки наблюдается генерализованная условнорефлекторная реакция, такая же, как на условный.

**Проведение работы.** Несколько раз применяют условный раздражитель (звук частотой 1000 гц), который подкрепляют пищей. После нескольких сочетаний условного раздражителя с безусловным включают дифференцировочный раздражитель (звук частотой 1200 гц), не подкрепляя его пищей. После нескольких применений звука частотой 1200 гц без подкрепления наблюдают отсутствие условной реакции на звук частотой 1200 гц и обычную условную реакцию на звук частотой 1000 гц.



#### Задача 4.

#### Выработка условного тормоза

Условный тормоз вырабатывается путем предъявления перед действием условного раздражителя нового, индифферентного раздражителя, причем весь этот комплекс пищей не подкрепляется.

**Проведение работы.** После нескольких применений условного раздражителя (звук частотой 1000 гц), подкрепляемого пищей, предъявляют условнотормозную комбинацию: свет (действует изолированно 5 секунд) и на фоне его звук частотой 1000 гц (условный раздражитель). Совместное действие этих раздражителей продолжают еще 10 секунд. Условнотормозную комбинацию пищей не подкрепляют. После 2—3 применений условного раздражителя с подкреплением снова предъявляют условнотормозную комбинацию, не подкрепляемую пищей. Эту последовательность повторяют до тех пор, пока на применение условнотормозной комбинации не будет наблюдаться отсутствие условной реакции при наличии ее на изолированное действие условного раздражителя — звука частотой 1000 гц.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Составьте протокол каждого опыта. 2. Вклейте в тетрадь полученные кимограммы.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каков биологический смысл условного торможения в жизни человека и животного? 2. Каковы причины самопроизвольного восстановления угасшего условного рефлекса при присоединении к условному раздражителю постороннего раздражения, вызывающего слабый ориентировочный рефлекс (так называемое явление растормаживания)? 3. Что происходит быстрее: выработка нового условного рефлекса или восстановление угасшего условного рефлекса?

#### РАБОТА 7 (117)

#### ИЗУЧЕНИЕ ИНТЕРОЦЕПТИВНЫХ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ

**Цель работы:** Провести наблюдение закономерностей образования интероцептивных условных рефлексов и познакомиться с методикой их выработки.

Интероцептивные условные рефлексы можно выработать, применяя в качестве условного раздражителя химическое, термическое или механическое раздражение рецептивных полей внутренних органов и сочетая его с любым безусловным подкреплением. Интероцептивные условные рефлексы подчиняются тем же закономерностям, что и экстероцептивные. Однако

для их образования требуется большее количество сочетаний. Кроме того, они труднее поддаются угашению, чем экстероцептивные.

**Для работы необходимы:** стимулятор, манжетка с электродами, приспособление для вливания воды в желудок собаки, собака с фистулой желудка.

**Проведение работы.** Собаку ставят в станок. В качестве условного раздражителя используют орошение желудка водой (температура око-

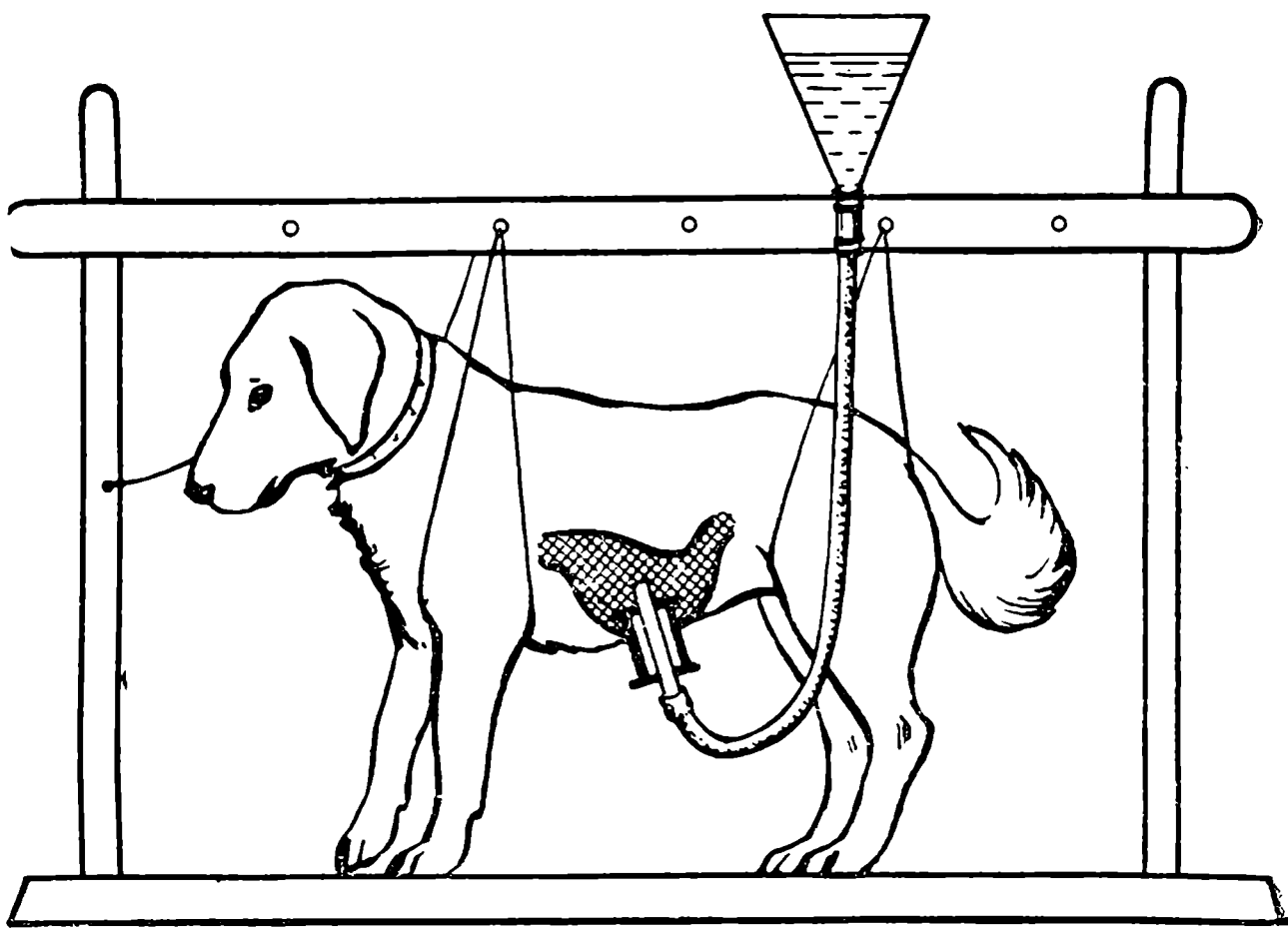


Рис. 171. Система для орошения слизистой оболочки желудка подопытного животного.

ло 18°). Для этого к пробке фистулы желудка присоединяют шланг от специальной оросительной системы (рис. 171). Так же как в опыте с выработкой оборонительного рефлекса [см. работу 2 (114)], укрепляют на лапе собаки электроды и подбирают оптимальный ток для безусловного подкрепления. Выработку условного рефлекса проводят, сочетая условный раздражитель (орошение желудка водой) с действием электрического тока (безусловное подкрепление). Электрокожное раздражение включают на фоне орошения желудка за 1—2 секунды до прекращения последнего.

Условные раздражители применяют с интервалами 5—7 минут. В одном опыте нельзя применять более 10 сочетаний. Обычно интероцептивный условный рефлекс вырабатывается не сразу и требует проведения опытов в течение нескольких дней.

Кимограмма подобного опыта приведена на рис. 172.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Составьте протокол опыта. 2. Вклейте в тетрадь полученную кимограмму.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как изменится интероцептивный условный рефлекс на механическое раздражение желудка резиновым баллон-

чиком, если перед его осуществлением произвести у собаки двухстороннюю ваготомию? 2. Приведите пример любого интероцептивного условного рефлекса, вырабатывающегося у человека или животного не в экспериментальной обстановке, а в повседневной жизни. 3. Имеет-

## РАБОТА 8 (118)

### ВЫРАБОТКА СОСУДИСТЫХ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ У ЧЕЛОВЕКА

**Цель работы:** Наблюдать изменение просвета сосудов при действии различных условных и безусловных раздражителей, познакомиться с методикой выработки у человека условных сосудистых рефлексов.

Если сочетать какой-либо индифферентный (по отношению к сосудистой реакции) раздражитель с действием безусловного раздражителя, вызывающего сосудодвигательную реакцию (холод или тепло), то через несколько сочетаний одно только применение условного раздражителя вызовет соответствующую сосудодвигательную реакцию.

#### Задача I.

#### Выработка условного сосудистого рефлекса на звуковой раздражитель

**Для работы необходимы:** плетизмограф, приспособление для согревания или охлаждения кожи предплечья (манжетка, содержащая свернутую кольцами пластмассовую трубку, через которую пропускается горячая или холодная вода), фотофоностимулятор или звонок.

**Проведение работы.** У испытуемого регистрируют фоновую плетизмограмму [описание работы с плетизмографом см. работу 3 (30)]. Затем угашают ориентировочную сосудистую

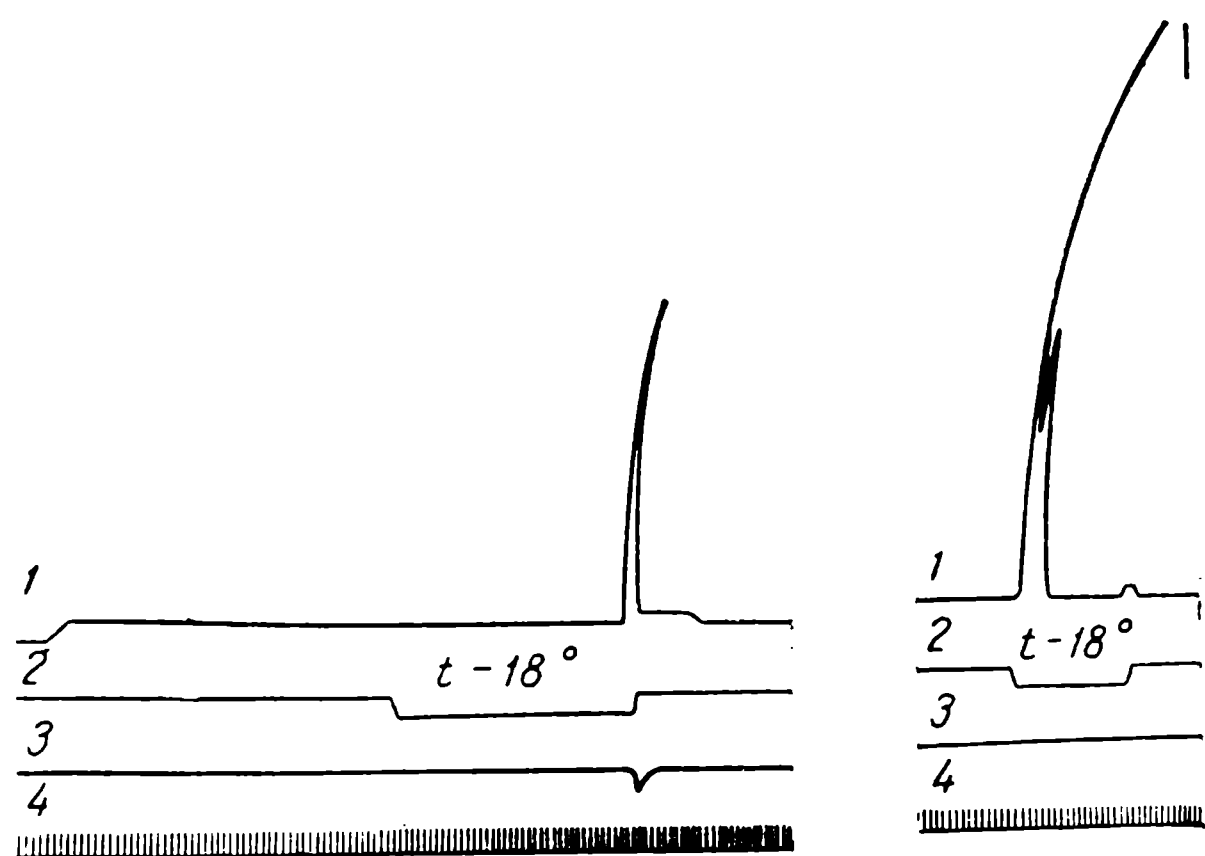


Рис. 172. Кимограмма интероцептивного условного рефлекса (по Быкову).

1 — запись движения лапы собаки; 2 — отметка условного раздражения; 3 — отметка безусловного раздражения; 4 — отметка времени 1 секунда.

ся ли разница в ходе выработки интероцептивных и экстероцептивных условных рефлексов? 4. Какие условные рефлексы — интероцептивные или экстероцептивные — вырабатываются быстрее?

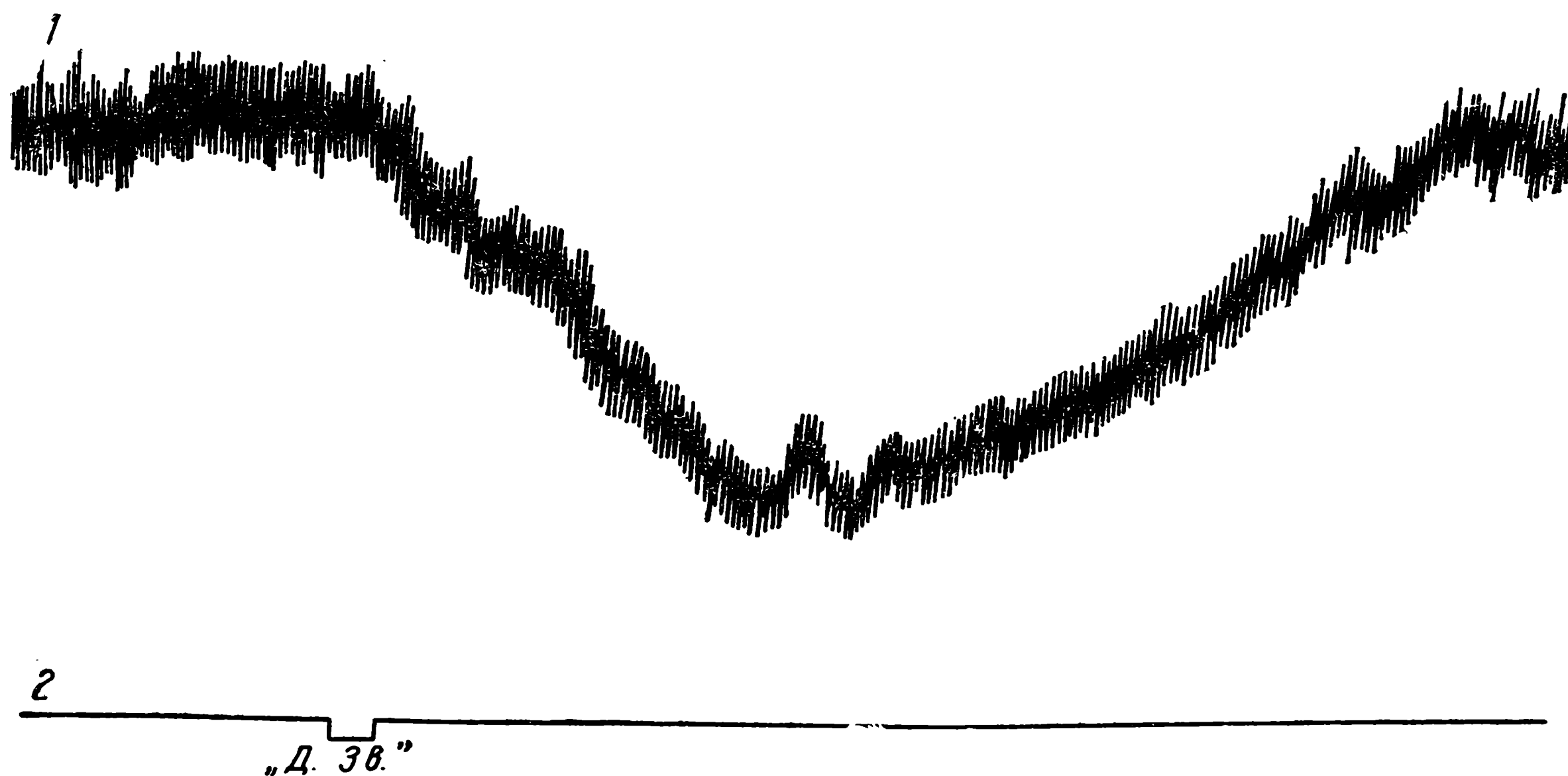


Рис. 173. Кимограмма условного сосудистого рефлекса на словесный раздражитель (по Пшонику).

1 — плетизмограмма; 2 — отметка нанесения словесного раздражителя (слова: «Даю звонок»).

реакцию на раздражитель, который предполагается использовать в качестве условного (звонок). Для этого его применяют без подкрепления до тех пор, пока на предъявление этого раздражителя перестает регистрироваться ориентировочная сосудистая реакция (снижение плетизмограммы). После этого приступают к непосредственной выработке условного сосудодвигательного рефлекса, для чего включают изолированно (в течение 5 секунд) условный звуковой раздражитель (звонок) и присоединяют к нему действие холодового раздражителя (пропускание через манжетку воды температуры 0°). При этом действие холодового раздражителя ограничивают 50 секундами. После 20—25 сочетаний звонка с холодом обычно наблюдают образование устойчивого условного сосудодвигательного рефлекса, т. е. при одном лишь звуке звонка отмечают холодовое падение плетизмографической кривой.

#### **Задача 2.**

#### **Выработка условного сосудистого рефлекса на словесный раздражитель**

**Проведение работы.** Для работы необходимы те же приборы и приспособления, что и в задаче № 1. После выработки и упрочения сосудодвигательного условного рефлекса на звонок вместо очередного применения условного раздражителя (звонка) экспериментатор громко и четко произносит слова: «даю звонок». Наблюдается та же условнорефлекторная реакция, что и на непосредственный раздражитель — звонок (рис. 173).

**Рекомендации к оформлению работы.** 1. Составьте протокол опыта. 2. Вклейте полученные плетизмограммы в тетрадь.

**Ответьте на вопросы:** 1. Каков биологический смысл реакции сужения сосудов на ориентировочный раздражитель? Каковы латентный период и продолжительность сосудистых условных реакций? 3. Чем отличаются сосудистые рефлексy от соматических?

---

РАБОТА 9 (119)

#### **ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ РАДИОРЕФЛЕКСОМЕТРА**

---

**Цель работы:** Ознакомиться с возможностями и методикой изучения некоторых особенностей высшей нервной деятельности человека с помощью радиорефлексометра.

#### **Задача 1.**

#### **Определение времени элементарной «психической» реакции человека на непосредственный и словесный раздражители**

Для работы необходимы: радиорефлексометр, телеграфный ключ, фотостимулятор.

**Проведение работы.** Радиорефлексометр (рис. 174) включают и устанавливают соответствующий режим работы [описание работы с радиорефлексометром см. работу 6(103)]. К «ключу 1» подключают фотостимулятор, к «ключу 2» — телеграфный ключ. Испытуемый садится перед ключом. Дается сигнал «Приготовиться», после чего экспериментатор включает световой раздражитель (одновременно автоматически включается счетная схема рефлексометра). Предварительно испытуемому дается инструкция: «как только увидите свет, нажмите на ключ, которым прерывается раздражение и останавливается счетная схема радиорефлексометра». Записывают время реакции по показаниям радиорефлексометра. Затем неожиданно вместо очередного предъявления непосредственного раздражителя произносят слова: «даю свет» и также записывают показания радиорефлексометра. Такие пробы в различной последовательности повторяют 8—10 раз. Полученные в отдельных пробах результаты складывают и делят на количество применений светового и словесного раздражителей. Сравнивают время реакции на непосредственный и словесный раздражители.

#### **Задача 2.**

#### **Исследование функции обобщения по изменению времени «психической» реакции человека**

Для работы необходимы: радиорефлексометр, стимулятор, фотостимулятор, манжетка, для раздражения электрическим током, телеграфный ключ.

**Проведение работы.** Испытуемого усаживают перед источником светового раздражения и просят держать руку на телеграфном ключе. Испытуемому не должны быть известны условия задачи.

Один и тот же световой раздражитель подкрепляют током: через два предъявления на третье, через три — на четвертое и т. д.; снова через два — на третье, через три — на четвертое и т. д. В том случае, если испытуемый нажимает на ключ на тот раздражитель, за которым следует раздражение током, болевое раздражение не подается.



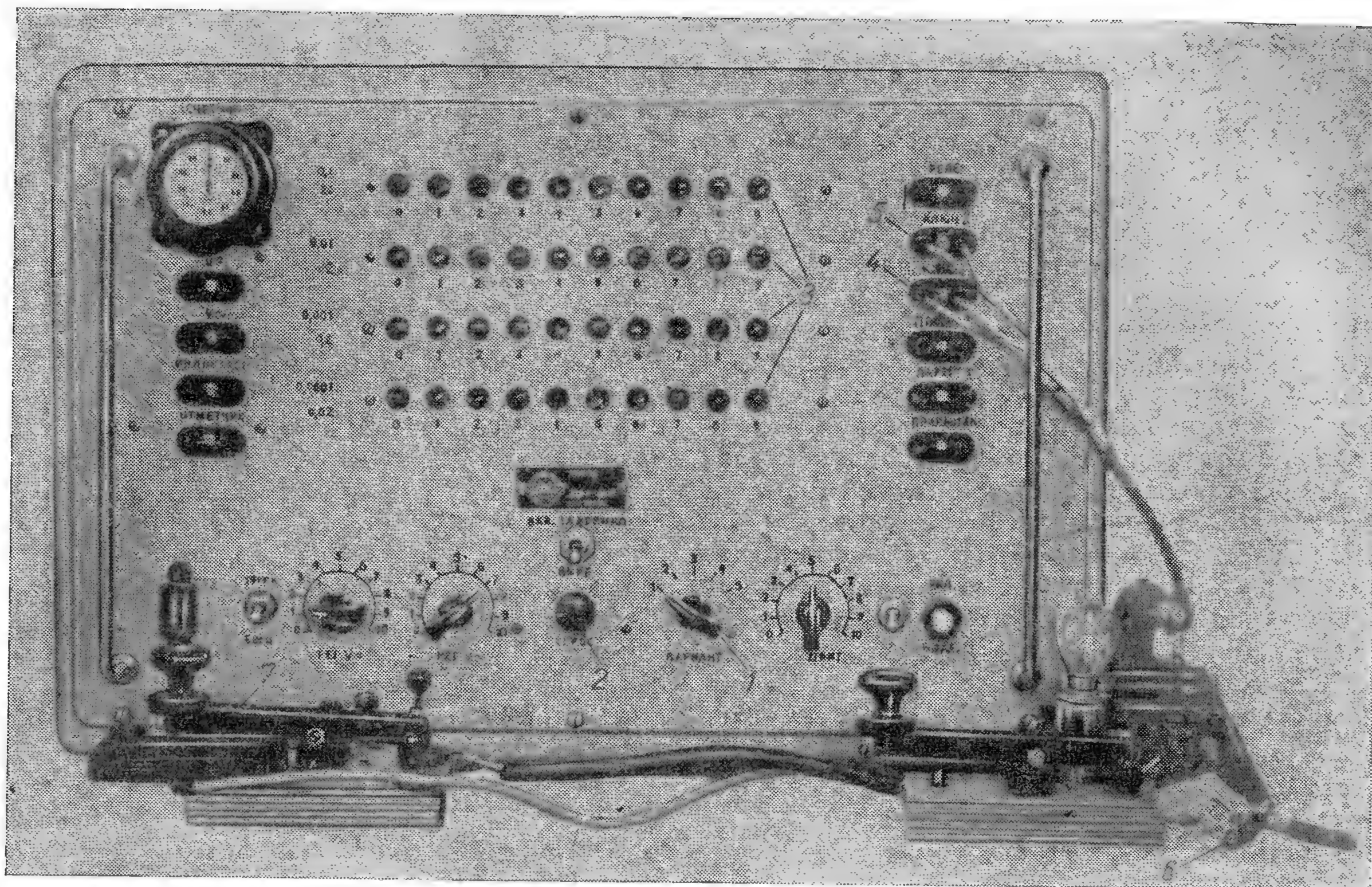


Рис. 174. Радиорефлексометр.

1 — переключатель режимов работы прибора; 2 — кнопка «сброс»; 3 — ряды неоновых лампочек-дека-  
тронов; 4 — клеммы запуска прибора; 5 — клеммы остановки прибора; 6 — электроды для электрокож-  
ного раздражения; 7 — телеграфный ключ.

Наблюдают, как изменится время реакции испытуемого при нахождении им правильного решения, избавляющего его от действия боле-  
вого раздражителя.

### Задача 3.

#### Измерение времени реакции при решении арифметической задачи

Для работы необходимы: радиорефлексо-  
метр, ларингофон для экспериментатора, ла-  
рингофон для испытуемого.

**Проведение работы.** На шею эксперимента-  
тору и испытуемому надевают ларингофоны. Ларингофон экспериментатора подключают к  
гнездам «ларинг I», а испытуемого — к гнездам  
«ларинг II». Переключатель «вариант» ставят  
в положение 3. При этом счетная схема вклю-  
чается в конце речевого сигнала экспери-  
мента-  
тора и выключается при первом звуке голоса  
испытуемого. Экспериментатор предлагает ис-  
пытуемому решать арифметические задачи  
разной сложности. Регистрируют время от кон-  
ца сообщения экспериментатором условия за-  
дачи и до начала ответа испытуемого.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Опи-  
шите подробно ход всех экспериментов. 2. Срав-  
ните время реакции у различных испытуемых.  
3. Сравните время двигательной и речевой ре-  
акции у одного и того же испытуемого.

**Ответьте на вопросы:** 1. Изменится ли время  
двигательной реакции на электрокожное раз-  
дражение, если в момент его нанесения испы-  
туемый услышит сильный звук или увидит  
вспышку света? Если да, то каковы механиз-  
мы, вызывающие это изменение? 2. Можно ли  
использовать радиорефлексометр и, если мож-  
но, то как, для определения типа высшей нерв-  
ной деятельности испытуемого?

---

#### РАБОТА 10 (120)

#### ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

---

**Цель работы:** Ознакомиться с некоторыми  
примерами использования электроэнцефало-  
графического показателя при изучении высшей  
нервной деятельности человека.

Для работы необходимы: экранированная камера условных рефлексов, электроэнцефалограф, электроды для электроэнцефалографа, фотофоностимулятор, смесь спирта с эфиром, 3% раствор NaCl.

**Проведение работы.** [Методику электроэнцефалографии см. работу 7 (104)]. Испытуемого усаживают в кресло, находящееся внутри камеры. На коже головы в местах наложения электродов расправляют волосы и кожу протирают смесью спирта с эфиром для обезжиривания. Пористые накладки электродов смачивают 3% раствором хлористого натрия и фиксируют на голове шлемом. Электроды устанавливают на затылочных, теменных, височных и лобных частях черепа симметрично с обеих сторон (регистрация производится биполярно). При униполярной регистрации индифферентный электрод накладывают на мочку уха. После наложения электродов испытуемого просят сидеть спокойно, закрыв глаза. Дверь в камеру закрывают. Исследования проводят в темноте.

#### **Задача 1.**

##### **Регистрация фоновой электрической активности различных участков коры больших полушарий головного мозга**

Электроэнцефалограф включают в сеть и прогревают несколько минут. Регистрацию начинают с записи калибровочного сигнала, необходимого для определения амплитуды электроэнцефалограммы. Затем регистрируют электрическую активность коры больших полушарий головного мозга.

#### **Задача 2.**

##### **Регистрация ориентировочной реакции по электроэнцефалографическому показателю**

Производят запись фоновой электроэнцефалограммы в течение 1 минуты. Затем на 10 секунд включают свет. Наблюдают реакцию десинхронизации, особенно отчетливо выраженную в затылочных отведениях. Через 2—3 минуты после выключения света включают звук частотой 100 гц и отмечают характер изменений электрической активности.

#### **Задача 3.**

##### **Регистрация электроэнцефалограммы в процессе выработки условного рефлекса на звуковой раздражитель**

Известно, что при повторных многократных применениях светового раздражителя исчезновение реакции десинхронизации (активации) происходит с большим трудом и крайне мед-

ленно. Поэтому представляется возможным использовать возникновение реакции десинхронизации на свет в качестве своеобразного «безусловного подкрепления».

После нескольких применений звука частотой 1000 гц и полного исчезновения реакции десинхронизации на этот раздражитель переходят к сочетанию звука со светом. Для этого звук применяют изолированно 10 секунд, затем к нему присоединяют свет, и они действуют совместно еще 10 секунд. После нескольких сочетаний наблюдают развитие реакции десинхронизации на 10-й секунде применения звука, еще до начала действия светового раздражителя. В данном случае возникновение десинхронизации можно рассматривать как условнорефлекторную реакцию.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Опишите подробно ход экспериментов. 2. Вклейте электроэнцефалограммы в тетрадь и проанализируйте их.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как можно объяснить появление реакции десинхронизации на электроэнцефалограмме при возникновении ориентировочного рефлекса? Какие процессы, протекающие в коре больших полушарий, отражает в этом случае электроэнцефалограмма? 2. Как изменится электроэнцефалограмма подопытного животного, если у него предварительно произвести перерезку головного мозга на уровне передних бугров четверохолмия?

---

#### **РАБОТА 11 (121)**

##### **ИЗУЧЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ НЕРВНЫХ ПРОЦЕССОВ У ЧЕЛОВЕКА**

---

**Цели работы:** 1. Освоение методики выработки и наблюдение образования динамического стереотипа. 2. Использование стереотипа для изучения подвижности нервных процессов.

**Для работы необходим:** прибор для исследования высшей нервной деятельности человека.

#### **Задача 1.**

##### **Определение скорости выработки сенсомоторного стереотипа у человека**

Основными частями прибора для исследования высшей нервной деятельности человека (рис. 175) являются полупрозрачный экран (1), за которым смонтированы три ряда разноцветных электрических лампочек, кнопочный пульт (2) и программное устройство, позволяющее устанавливать скорость и порядок зажигания электрических лампочек за экраном. Прибор



позволяет как автоматически (по заранее подобранной программе), так и по воле экспериментатора предъявлять испытуемому серии вспышек разноцветных лампочек. На каждую очередную вспышку испытуемый должен отвечать, нажимая на клавишу точно такого же

возможно быстрее нажимать на кнопку, соответствующую по цвету световому пятну, появляющемуся на экране. Затем сочетание вспышек лампочек на первой скорости повторяется до тех пор, пока испытуемый не будет безошибочно реагировать на все предъявляемые световые раздражители в заданное программой время. Та же задача проводится с другими испытуемыми.

Результаты исследования сравнивают по данным регистрации на бумажной ленте и делают выводы о скорости образования динамического стереотипа.

#### Задача 2.

#### **Определение предела подвижности нервных процессов при выработке сенсомоторного стереотипа**

**Проведение работы.** У испытуемого вырабатывают сенсомоторный динамический стереотип по одной из программ на первой скорости прибора, после чего программу предлагают на следующей скорости и т. д. Выработку можно продолжать лишь до той скорости, при которой испытуемый справляется с работой без резко выраженного эмоционально отрицательного отношения к ней. Эту задачу проводят еще с несколькими испытуемыми и сравнивают пределы подвижности их нервных процессов.

#### Задача 3.

#### **Переделка динамического стереотипа как показатель подвижности нервных процессов**

**Проведение работы.** У испытуемого вырабатывают динамический стереотип по одной из программ. После выработки и закрепления этого стереотипа без предупреждения и на той же скорости включают другую последовательность предъявления раздражителей. Прослеживают количество и характер ошибок при работе по новой программе. Затем вновь переходят к первому стереотипу. Анализируют зарегистрированную кривую, прослеживают увеличение времени ответов и появление ошибок в первом стереотипе.

#### Задача 4.

#### **Столкновение двух сенсомоторных стереотипов как способ определения подвижности нервных процессов**

**Проведение работы.** У испытуемого вырабатывают два стереотипа по двум программам на одной из больших скоростей. Затем, внезапно, при работе на одном из стереотипов включают второй, ранее выработанный стереотип. Наблюдают количество и характер ошибок при

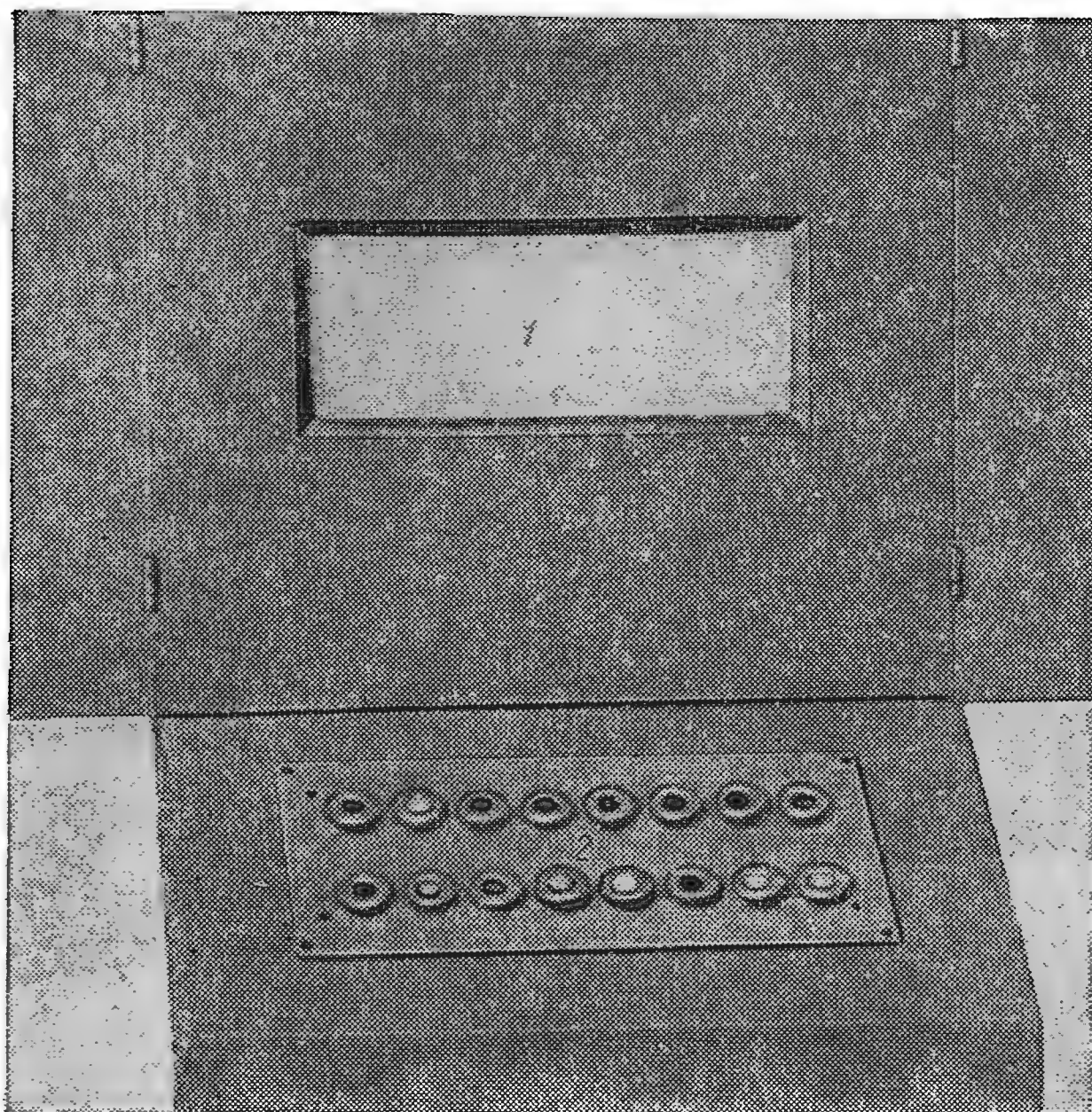


Рис. 175. Прибор для исследования высшей нервной деятельности человека.

1 — полупрозрачный экран; 2 — кнопочный пульт управления.

цвета, что и загоревшаяся лампочка. В том случае, когда он успевает это сделать, на экране, ниже вспыхнувшей лампочки, загорается вторая такого же цвета лампочка, а счетное устройство регистрирует успешное действие испытуемого. Одна и та же последовательность вспышек разноцветных лампочек предъявляется испытуемому 8 раз, после чего автоматически включается более высокая скорость зажигания лампочек. Прибор имеет шесть постепенно возрастающих скоростных режимов. Если испытуемый не справляется с работой, действует неправильно или слишком медленно, экспериментатор имеет возможность повторить первоначальную серию вспышек на любой скорости любое количество раз. Таким образом, прибор предназначен для исследования закономерностей образования, функционирования и перестройки систем сенсомоторных связей у человека.

**Проведение работы.** Испытуемый усаживается перед пультом. Руки он помещает на разноцветные кнопки. Испытуемому дается задание



работе на втором стереотипе, затем вновь переходят к первому. Такое переключение программ производят несколько раз. Определяют скорость, при которой переключение происходит безошибочно. Затем при работе на одном из имеющихся стереотипов внезапно включают на той же скорости новую, ранее не предъявлявшуюся последовательность вспышек лампочек. Анализируют количество и характер ошибок при работе по новой программе. Затем вновь предъявляют программу с упроченным стереотипом. Наблюдают нарушение старых

стереотипов (иногда нарушение отсутствует) и увеличение времени реакции.

**Рекомендации к оформлению работы.** 1. Подробно опишите ход экспериментов. 2. Вклейте в тетрадь кривые регистрации результатов опытов. 3. Охарактеризуйте подвижность нервных процессов у испытуемого.

**Ответьте на вопрос:** Можно ли при переделке динамического стереотипа получить у испытуемого экспериментальный невроз? Если да, то каков конкретный механизм его возникновения?

**Г Л А В А   X I V**  
**ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ**

Живой организм может успешно поддерживать существование в условиях непрерывно изменяющейся внешней среды только в том случае, если он постоянно обменивается с ней широкими потоками информации. С другой стороны, центральная нервная система человека и животных должна быть постоянно информирована о всех изменениях, происходящих во внутренней среде организма. Именно поэтому изучению систем, основная функция которых заключается в восприятии, передаче и анализе полученной организмом информации, в физиологии придается большое значение. Говоря об анализаторе как о системе, мы основываемся на учении И. П. Павлова, который доказал функциональное единство периферического (или рецепторного), проводникового и мозгового (или центрального) отделов воспринимающих систем организма. Для осуществления правильного и полноценного анализа поступающих раздражений необходима целостность всех этих трех отделов анализатора.

Деятельность анализаторов изучается условнорефлекторным, электрофизиологическим, хирургическим, клиническим и другими методами.

**РАБОТА 1 (122)**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОЩУЩЕНИЯ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ РАЗДРАЖЕНИЯ**

**Цели работы:** 1. Экспериментальная проверка закона Вебера и Фехнера. 2. Определение отчетливо ощутимого прироста силы раздражения.  
Вебером (Weber) и Фехнером (Fechner) было показано, что минимальное заметное изме-

нение ощущения возникает в том случае, когда прирост силы раздражения находится в определенном соотношении с величиной начального раздражения. Однако закон этот верен лишь в пределах средней силы раздражения и зависит от исходного функционального состояния нервной системы и степени адаптации рецепторного аппарата.

**Для работы необходимы:** металлический цилиндр, соединенный системой трубок с градуированной бутылкой, вода, подкрашенная метиленовой синью.

**Проведение работы.** Испытуемый становится спиной к столу, на котором стоит бутылка с водой, подкрашенной метиленовой синью, и берет в руки цилиндр, в который налито 100 мл воды. Открывают кран бутылки и медленно добавляют в цилиндр воду. Испытуемый должен сообщить, в какой момент он почувствует нарастание тяжести. Замечают количество воды, добавленной в цилиндр к этому моменту. Затем в аналогичной модификации опыт повторяют еще 3 раза, но каждый раз в медный цилиндр первоначально заливают уже не 100, а 200, 300 и 500 мл воды.

**Рекомендации к оформлению работы.** Запишите результаты, сведя их в таблицу:

№ опыта	Исходное количество воды в цилиндре, мл	Было прибавлено воды до отчетливо ощутимого прироста тяжести, мл
1	100	
2	200	
3	300	
4	500	

2. Полученные данные подставьте в уравнение Вебера:

$$K = \frac{\Delta I}{I},$$

где  $\Delta I$  — прирост раздражения;  $I$  — исходное раздражение;  $K$  — постоянная величина.

3. Сравните между собой постоянные величины ( $K$ ), полученные в 1, 2, 3 и 4-м опытах.

Ответьте на вопрос: Как изменятся результаты опыта, если перед его проведением предложить испытуемому подержать в течение 5—7 минут на вытянутой руке гирю весом 1—3 кг?

---

#### РАБОТА 2 (123)

##### ЭФФЕКТЫ РАЗРУШЕНИЯ ЛАБИРИНТОВ

---

**Цель работы:** Наблюдение последствий разрушения полукружных каналов у лягушки.

**Для работы необходимы:** дощечка для фиксации лягушки, острый скальпель, тупая игла с загнутым концом, лягушка.

**Проведение работы.** Необездвиженную лягушку фиксируют на спинке на пробковой дощечке. На самый край нижней челюсти накладывают лигатуру, после чего нижнюю челюсть вместе с языком максимально оттягивают к брюшку. Открывается основание черепа, на котором хорошо видны бугорки височных костей. В верхушке одного из них кончиком острого скальпеля проделывают отверстие. Затем в проделанное отверстие вводят кончик загнутой тупой иглы. Легким поворотом иглы разрушают лабиринт. Лягушку освобождают. Через несколько минут можно наблюдать своеобразную посадку лягушки с наклоном на оперированную сторону. Конечности с оперированной стороны поджаты, с интактной — сильно вытянуты. Прикосновением раздражают заднюю лапку лягушки. Лягушка уходит от раздражения, передвигаясь не прямолинейно, а по кругу, сворачивая в оперированную сторону. При больших прыжках лягушка, как правило, переворачивается на спину. При помещении лягушки в большой сосуд с водой плавательные движения также осуществляются по кругу. При двустороннем разрушении полукружных каналов лягушка в первое время после операции остается неподвижной. При подталкивании она совершает беспорядочные движения, легко падает, переворачивается на спину. Через некоторое время у животного восстанавливается способность совершать небольшие передвижения, однако в данном случае имеет место контроль

движений с помощью зрения. При закрытых глазах (например, заклеенных кусочками лейкопластыря) лягушка остается совершенно беспомощной и ведет себя так же, как и тотчас после операции.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Опишите ход операции разрушения лабиринтов. 2. Зарисуйте позу лягушки после разрушения полукружных каналов.

**Ответьте на вопросы:** 1. Как изменится движение животного (например, голубя) после изолированного разрушения горизонтальных полукружных каналов? Вертикальных каналов? Фронтальных каналов? 2. Как изменится тонус сгибательных и разгибательных мышц животного после односторонней экстирпации лабиринта: а) на стороне поражения; б) на противоположной стороне?

---

#### РАБОТА 3 (124)

##### ИССЛЕДОВАНИЕ ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

---

**Цель работы:** Освоить методику и провести измерение пространственного порога тактильной чувствительности.

На всей поверхности тела человека в коже заложены рецепторные образования тепловой, болевой и тактильной чувствительности. Тактильные рецепторы располагаются неравномерно: больше всего их на кончиках пальцев, на ладони, кончике языка и носа, меньше всего на спине. Пространственным порогом тактильной чувствительности считается минимальное расстояние между ножками циркуля Вебера (эстеziометра), при котором различаются два прикосновения.

**Для работы необходим:** эстеziометр (циркуль Вебера).

**Проведение работы.** Эстеziометром (рис. 176) с максимально сведенными ножками (рас-

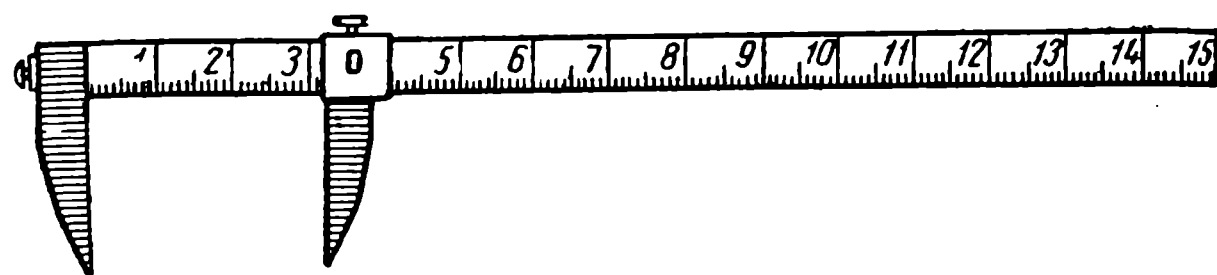


Рис. 176. Эстеziометр (циркуль Вебера).

стояние между ножками 1 мм) прикасаются к различным участкам кожи (пальцы рук, ладони, шея, спина, нос) испытуемого, сидящего на стуле с закрытыми глазами. Затем постепенно раздвигают ножки эстеziометра (прибавляя каждый раз по 1 мм) и продолжают прикосно-

вание к участкам кожи в первоначально избранной последовательности. Замечают, при каком расстоянии между ножками и на каком участке кожи испытуемый впервые различает двойное прикосновение. Записывают расстояние между ножками эстеziометра, при котором испытуемый почувствовал двойное прикосновение на коже пальцев рук, ладони, шеи, спины, носа.

**Рекомендации к оформлению работы.** Определите пространственный порог тактильной чувствительности. Занесите полученные данные в таблицу:

Участок кожи	Пространственный порог чувствительности (расстояние между ножками эстеziометра)
Пальцы рук	
Ладони	
Шея	
Спина	
Нос	

**Ответьте на вопросы:** 1. Зависит ли порог пространственной тактильной чувствительности от того, насколько ветвится по мере приближения к кожной поверхности афферентное нервное волокно? 2. Каково физиологическое значение неравномерного распределения тактильных рецепторов на различных участках кожи человека?

**РАБОТА 4 (125)**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ (ТЕРМОЭСТЕЗИОМЕТРИЯ)**

**Цель работы:** Освоить методику термоэстеziометрии и определить плотность залегания тепловых и холодовых рецепторов на различных участках кожи человека.

Терморецепторы кожи человека и животных делятся на две группы: а) терморецепторы, воспринимающие холод; б) терморецепторы, воспринимающие тепло. Холодовые терморецепторы располагаются в более поверхностных слоях кожи (на глубине 0,16 мм) и общее число в коже человека достигает 250 000. Тепловых рецепторов значительно меньше (около 30 000) и они залегают в более глубоких слоях

кожи (в среднем на глубине 0,3 мм). Кожа различных участков тела человека снабжена терморецепторами крайне неравномерно. Больше всего их залегает в коже конечностей, наименьшее количество — в коже лица.

**Для работы необходимы:** термоэстеziометр, бумажный трафарет с квадратным отверстием, равным 1 см<sup>2</sup>.

Термоэстеziометр представляет собой небольшой полый стеклянный конус, широкая часть которого закрывается пробкой. В вершину конуса впаян стержень, сделанный из металла с высокой теплопроводностью.

**Проведение работы.** Для определения плотности холодовых точек термоэстеziометр заполняют льдом, закрывают пробкой и металлическим стержнем прикасаются к выбранному участку кожи (пальцы рук, предплечье, плечо, спина, лицо). При каждом прикосновении испытуемый должен сообщать, что он ощущает: прикосновение или холод. Для подсчета холодовых точек на одном квадратном сантиметре кожи на исследуемую поверхность накладывают бумажный трафарет с вырезанным в нем квадратным отверстием. Для большей точности подсчета касания следует производить по зигзагообразной линии, идя из левого верхнего угла к правому нижнему (всего 50 касаний).

Подсчет тепловых точек производят по аналогичной методике, наполнив термоэстеziометр водой температурой 50° С.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Подсчитайте количество тепловых и холодовых точек на 1 см<sup>2</sup> различных участков кожи. 2. Данные подсчета внесите в таблицу:

Участок кожи (1 см <sup>2</sup> )	Число рецепторов	
	тепловых	холодовых
Пальцы рук		
Предплечье		
Плечо		
Спина		
Лицо		

**Ответьте на вопросы:** 1. Каков принцип кодирования информации при передаче ее по афферентному волокну, идущему от холодового или теплового рецептора? 2. Как будет изменяться электрическая активность теплового и холодового рецепторов в процессе адаптации?



**Цель работы:** Освоение методики и определение порога вкусовой чувствительности к различным веществам.

Рецепторы вкуса (или вкусовые почки) в основном расположены на сосочках языка. Некоторая часть вкусовых рецепторов заложена в слизистой оболочке мягкого неба, миндалин, задней стенки глотки и надгортанника. Известны четыре вида вкусовых рецепторов: рецепторы, чувствительные к соленому, сладкому, горькому и кислому.

**Для работы необходимы:** растворы сахара, соли, лимонной кислоты, хинина (каждый в концентрациях: 1%, 0,1%, 0,01%, 0,001%), глазная пипетка.

**Проведение работы.** Испытуемому на кончик языка (но не прикасаясь к языку) наносят из пипетки каплю какого-либо из перечисленных выше растворов и предлагают сделать глоток. Испытуемый должен определить вкус раствора. Опыт начинают с нанесения раствора в минимальной концентрации (0,001%) и продолжают увеличивать концентрацию до тех пор, пока испытуемый точно не определит вкус наносимого раствора. Найденную концентрацию принимают за порог данной вкусовой чувствительности. После проведения опыта с одним раствором испытуемый должен тщательно прополоскать рот, и только после этого приступают к работе с новым раствором.

**Рекомендации к оформлению работы:** Составьте таблицу порогов вкусовой чувствительности к различным веществам:

Вещество	Порог вкусовой чувствительности (концентрация раствора в процентах)
Сладкое	
Кислое	
Горькое	
Соленое	

Сравните пороги чувствительности к сладкому, соленому, кислому и горькому.

**Ответьте на вопросы:** 1. В чем состоит сущность феноменов «вкусового контраста» и «смещения вкусов»? 2. Какие изменения вкуса будут наблюдаться у человека, имеющего травматическое повреждение n. lingualis?

**Цель работы.** Освоение методики определения порога обонятельной чувствительности к различным веществам.

**Для работы необходимы:** ольфактометр, набор пахучих веществ, спирт, вата.

Ольфактометр (рис. 177) — прибор, предназначенный для определения остроты обоняния. На передней панели ольфактометра имеются манометр (2), тумблер включения (3), краны: «пары» (4), «воздух» (5), «ринопневмометр» (6), «манометр» (7), «оливы» (8). Кроме того, на переднюю панель прибора выведен штуцер, к которому через резиновую трубку присоединены наконечники, вставляемые в ноздри испытуемого, — «оливы» (1). Перед началом работы все краны (6, 7, 8) должны быть в положении «закр.». Переключатели кранов «пары» и «воздух» должны находиться в крайне правом положении, а жидкость в манометре — на нулевом делении.

Вначале открывают кран «пары», вращая его ручку против часовой стрелки. Ручку «манометр» устанавливают в положение «пары». Ручку «оливы» ставят в положение «откр.», а потом в положение «закр.». При первом заборе воздуха уровень жидкости в манометре должен опуститься не больше чем на одно деление (2 см<sup>3</sup>). Затем кран «пары» закрывают и поворотом ручки «манометр» в положение «закр.» отключают манометр.

**Проведение работы.** Обследуемому в одну ноздрю вставляют оливу с отверстием, в другую — сплошную. По сигналу исследователя «не дышите» испытуемый должен при открытом рте, не напрягая мышц глотки, задержать дыхание. В это время исследователь открывает кран «оливы», и минимальная порция паров пахучего вещества поступает в нос испытуемому. Через 2 секунды оливы вынимают из носа испытуемого и спрашивают его, почувствовал ли он запах. Если испытуемый не почувствовал запаха, то исследователь через полминуты повторяет процедуру с подачей большего количества паров пахучего вещества.

Наименьшее количество паров пахучего вещества, вызвавших обонятельное ощущение, принимают за порог обоняния для данного пахучего вещества.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Составьте таблицу порогов обоняния для различных пахучих веществ и сравните полученные данные. 2. Сравните данные, полученные у разных испытуемых.

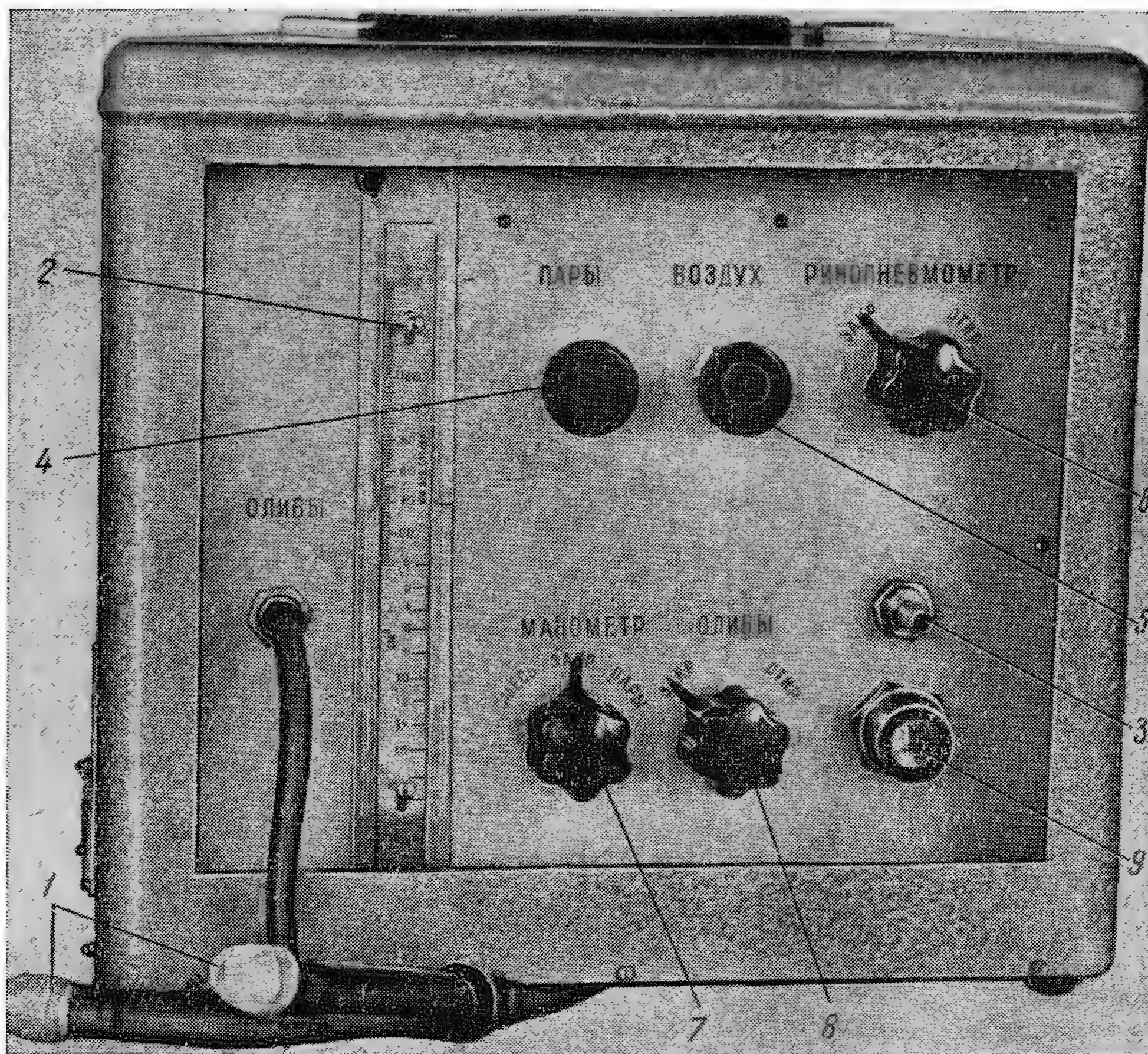


Рис. 177. Ольфактометр.

1 — наконечники, вставляемые в поздри испытуемого (оливы); 2 — манометр; 3 — тумблер включения; 4 — переключатель «пары»; 5 — переключатель «воздух»; 6 — переключатель «ринопневмометр»; 7 — переключатель «манометр»; 8 — переключатель «оливы»; 9 — сигнальная лампочка.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какой из отделов центральной нервной системы регулирует степень чувствительности обонятельных рецепторов и быстроту их адаптации? 2. Что такое феномен «частичной аносмии» и какая из теорий обоняния наиболее полно объясняет его происхождение?

#### РАБОТА 7 (128)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОТЫ И ПОЛЯ ЗРЕНИЯ

##### Задача I.

##### Определение остроты зрения

**Цель работы:** Освоить методику определения остроты зрения.

Острота зрения человека характеризуется способностью его глаза различать две достаточно близко расположенные друг к другу точки как отдельные. Острота зрения может

быть измерена тем наименьшим углом, под которым эти две точки видны как отдельные. Установлено, что человек с нормальной остротой зрения способен различать детали окружающей обстановки, видимые под углом зрения в 1'. Для определения остроты зрения пользуются специальными таблицами.

Для работы необходимы: таблица для определения остроты зрения, указка.

Стандартные таблицы (чаще пользуются таблицами Головина) имеют 12 строк. Величина букв каждой строки убывает сверху вниз. Напротив каждой строки указано то расстояние, с которого крайние точки каждой буквы данной строки будут видны нормальному глазу под углом 1'.

Остроту зрения рассчитывают по формуле:

$$V = \frac{d}{D},$$



где  $V$  — острота зрения;  $d$  — расстояние от испытуемого до таблицы;  $D$  — расстояние, с которого данная строка правильно читается нормальным глазом.

Например, если испытуемый правильно называет буквы, расположенные в 10-й строке (она должна быть правильно читаема нормальным глазом с расстояния 5 м), а сам находится от таблицы на расстоянии 8 м, то острота его зрения равна:  $V = \frac{8}{5} = 1,6$ , т. е. она даже несколько больше нормальной.

**Проведение работы.** Таблицу для определения остроты зрения вешают на хорошо освещенную стену (чаще таблица освещается специально смонтированными рядом с ней электрическими лампами). Испытуемого сажают на

стул на расстоянии 5 м от таблицы. Закрыв один глаз испытуемого специальным щитком, просят испытуемого называть указываемые указкой буквы. Определение начинают с самой верхней строки и, постепенно спускаясь вниз, находят ту строку, отдельные буквы которой не могут быть правильно названы испытуемым. Аналогичную операцию проводят и для другого глаза. Затем, пользуясь приведенной выше формулой, определяют остроту зрения каждого глаза отдельно.

## Задача 2.

### Определение поля зрения

Пространство, видимое глазами человека при фиксации взгляда в одной точке, называется полем зрения. Определение поля зрения

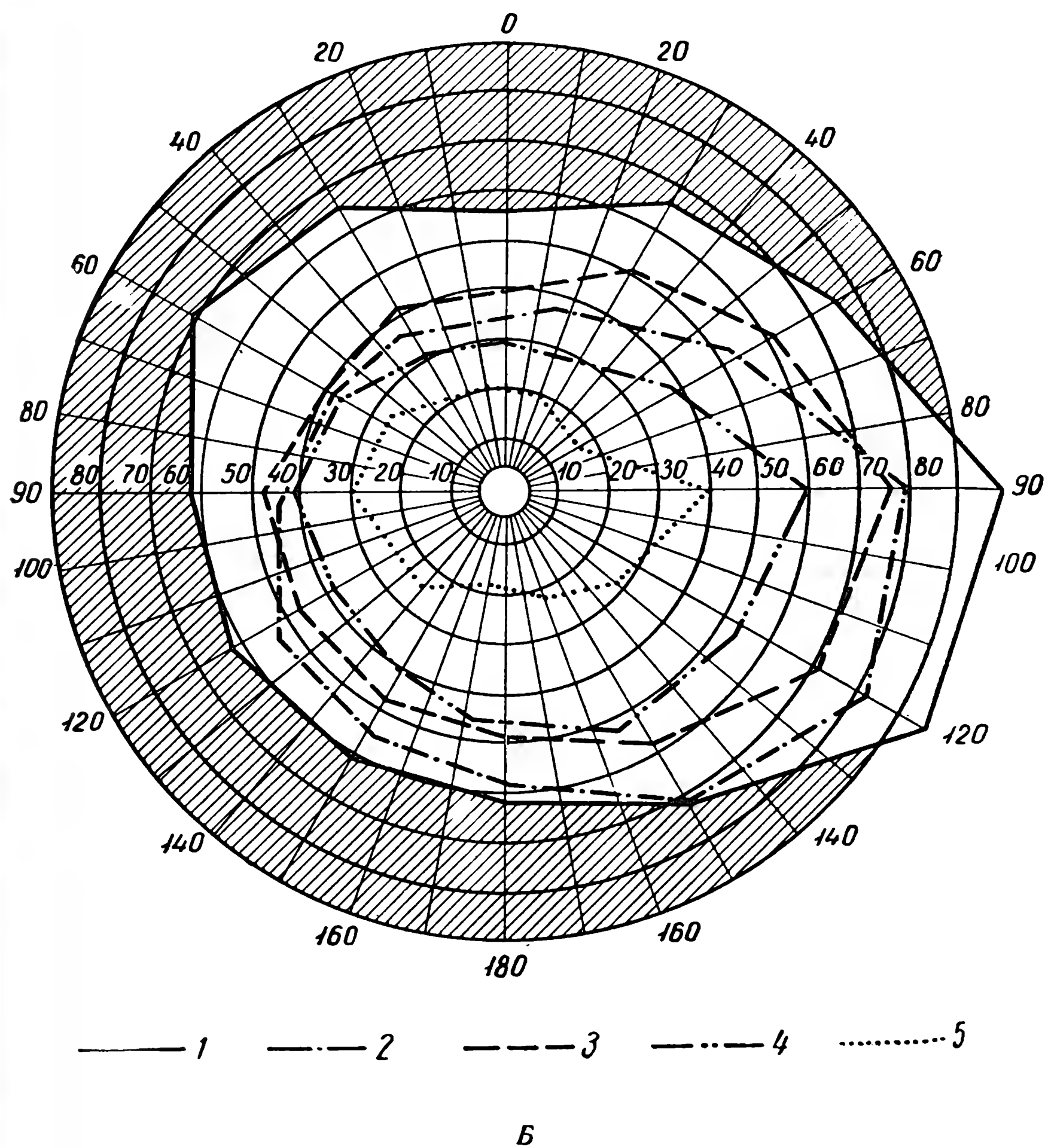
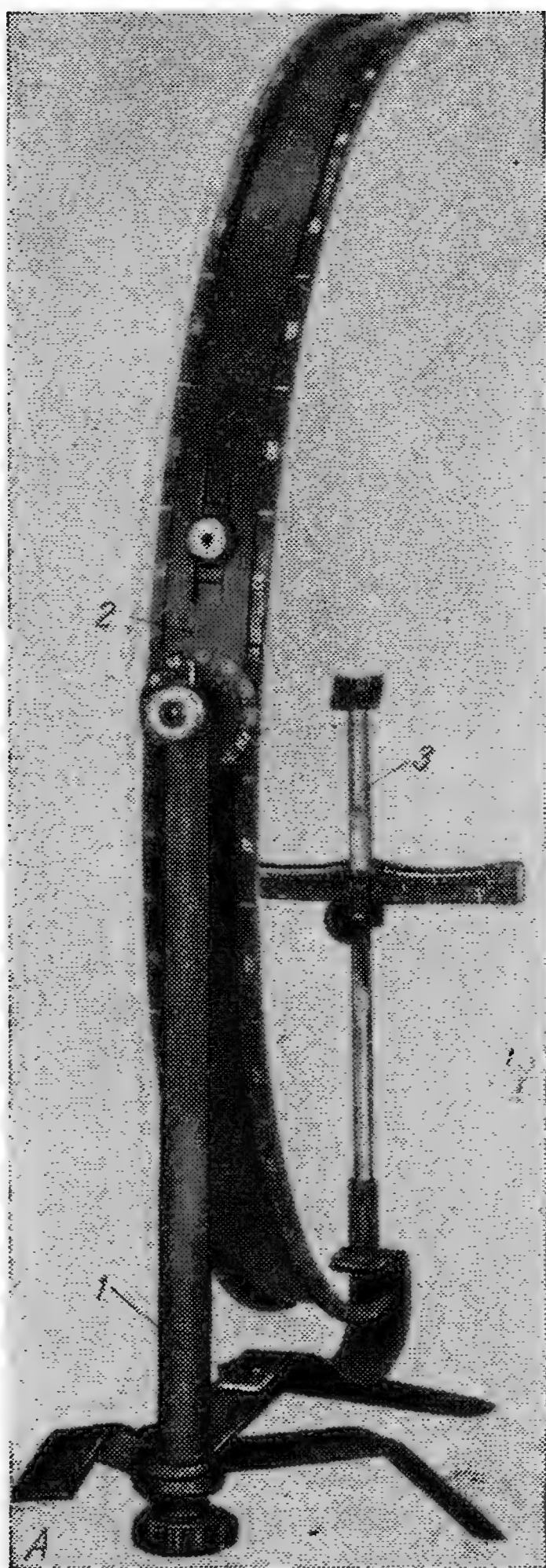


Рис. 178. Определение поля зрения.

А — периметр Фостера: 1 — подставка; 2 — металлическая дуга, разделенная на градусы; 3 — стойка с приспособлением для упора подбородка и визирной пластинкой. Б — бланк нормального поля зрения для левого и правого глаза. Условные обозначения: 1 — поле зрения черно-белого видения; 2 — поле зрения для желтого цвета; 3 — для синего цвета; 4 — для красного цвета; 5 — для зеленого цвета.



используется для диагностики поражений сетчатки и проводящих путей зрительного анализатора.

Для работы необходимы: периметр Фостера, белые и цветные марки к нему, циркуль, линейка, бланки нормального поля зрения.

Периметр (рис. 178) представляет собой подвижно укрепленную металлическую дугу (2), разделенную на градусы. Дуга, укрепленная на подставке (1), может вращаться вокруг своей оси и перемещаться в различных плоскостях. Против середины дуги расположена стойка (3) с приспособлением для упора подбородка и визирной пластинкой. В центре дуги имеется белая точка, на которой испытуемый должен фиксировать взгляд.

**Проведение работы.** Периметр устанавливают на столе в хорошо освещенной комнате. Испытуемого сажают спиной к свету, подбородок он устанавливает на специальную подставку таким образом, чтобы исследуемый глаз его находился на уровне нижнего края визирной пластинки. Исследуемым глазом испытуемый фиксирует белую точку в центре периметра. Второй глаз должен быть закрыт. При первом измерении дугу устанавливают в горизонтальном положении. Для измерения границ черно-белого зрения используют белую марку, которую медленно передвигают по внутренней поверхности дуги от ее наружного края к центру.

Испытуемый при неподвижно фиксированном взгляде сообщает, что ему становится видна марка, а экспериментатор отмечает точкой соответствующее положение марки на дуге, и в последующем на стандартном бланке (рис. 178, Б) нормального поля зрения. Местоположение каждой точки проверяют дважды. Затем измеряют поле зрения с другой стороны дуги, после чего дугу периметра поворачивают на  $90^\circ$  и определяют границы поля зрения сверху и снизу. Аналогичным образом измеряют границы поля зрения, каждый раз поворачивая дугу на  $15^\circ$ . Подобный же опыт проводят с различными цветными марками.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Нанесенные на бланк точки соедините линиями. Полученный многоугольник показывает границы поля зрения испытуемого. 2. Сравните полученный многоугольник с нормальными границами поля зрения, показанными на бланке для черно-белого и цветового зрения.

**Ответьте на вопросы:** 1. Почему глаз человека перестает различать отдельные точки, когда угол зрения меньше  $1'$ ? 2. Как изменится поле зрения правого и левого глаз: а) при полной перерезке левого глазного нерва на участке между глазом и перекрестом зрительного нер-

ва; б) при полной перерезке правого глазного тракта после перекреста?

#### РАБОТА 8 (129)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ БИНОКУЛЯРНОГО ЗРЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ДИПЛОСКОПА

**Цель работы:** Ознакомиться со способами выявления нарушений бинокулярного зрения.

Для работы необходим диплоскоп.

Диплоскоп (рис. 179) состоит из осветительной коробки-корпуса, поляроидных очков, четырех таблиц из поляроидных пленок, заключенных в кассеты. Источником света служат



Рис. 179. Поляроидный диплоскоп.

две электрические лампы, помещенные внутри корпуса прибора. Принцип действия диплоскопа основан на разделении изображений для правого и левого глаз при поляризации света поляроидными пленками. Поляроидные пленки устроены таким образом, что свет, проходя через участки пленки, имеющие форму букв и

фигур, оказывается поляризованным в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Так как очки для каждого глаза имеют поляроидную пленку, ориентированную в строгом соответствии с пленками диплоскопа, то благодаря подобной раздельной поляризации левый и правый глаза будут видеть различные изображения.

При нормальном бинокулярном зрении фигуры и буквы диплоскопа объединяются в одну общую картину. При расстройстве бинокулярного зрения изображения для правого и левого глаз смещаются или одно из них даже может полностью исчезнуть.

**Проведение работы.** Диплоскоп включают в сеть. Испытуемого помещают напротив диплоскопа так, чтобы он мог видеть светящиеся изображения букв и цифр. Испытуемый рассматривает изображенные на диплоскопе предметы через поляроидные очки.

**Рекомендация к оформлению работы:** Опишите ход опыта и Ваши наблюдения: одинарные или смещенные изображения Вы наблюдали на пленках диплоскопа?

**Ответьте на вопрос:** В чем заключается феномен «одноименной и разноименной диспарации» и каково его значение для правильного бинокулярного зрения?

---

#### РАБОТА 9 (130)

#### СРАВНЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ И КОСТНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ЗВУКА

---

При различных патологических изменениях в звукопередающем аппарате слуховая чувствительность частично сохраняется за счет костной проводимости — передачи звуковых волн непосредственно через кости черепа.

#### Задача 1.

#### Наблюдение костной проводимости звука — опыт Вебера

**Цель работы:** Проверить наличие костной проводимости.

**Для работы необходимы:** камертон, вата, резиновая трубка.

**Проведение работы.** Звучащий камертон прикладывают к средней линии головы испытуемого. Отмечают, что испытуемый обоими ушами слышит звук одинаковой силы. Опыт повторяют, предварительно вложив в одно ухо ватный тампон. Отмечают, что более сильный звук воспринимается ухом, заложенным ватой. Усиление звука объясняется уменьшением потерь звуковой энергии, так как звук достигает слу-

хового рецептора кратчайшим путем, через кости черепа, а не через слуховой проход. Затем соединяют резиновой трубкой не заложенное ватой ухо первого испытуемого с ухом второго испытуемого. Второй испытуемый также услышит звук вследствие распространения звуковых волн по воздушному столбу, заключенному внутри резиновой трубки.

**Рекомендации к оформлению работы:** Опишите подробно все три этапа эксперимента.

#### Задача 2.

#### Сравнение воздушной и костной проводимости — опыт Ринне

**Цель работы:** Выявить преимущества воздушной проводимости звука.

**Для работы необходимы:** камертон, вата.

**Проведение работы.** Звучащий камертон прикладывают к сосцевидному отростку. Испытуемый слышит постепенно ослабевающий звук. При исчезновении звука камертон переносят непосредственно к уху. Испытуемый вновь слышит звук.

**Рекомендации к оформлению работы:** Опишите ход эксперимента и его результаты.

**Ответьте на вопросы:** 1. Какой из отделов слухового анализатора поражен, если: а) левое ухо испытуемого лучше воспринимает звук при костной проводимости; б) правое ухо испытуемого одинаково плохо воспринимает звук как в случае воздушной, так и костной проводимости?

---

#### РАБОТА 10 (131)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОТЫ СЛУХА С ПОМОЩЬЮ РЕЧЕВОГО АУДИОМЕТРА

---

**Цель работы:** Определить остроту слуха с помощью современной методики.

**Для работы необходим речевой аудиометр.**

Речевой аудиометр (рис. 180) — установка, состоящая из магнитофона (А), аудиометрической приставки (Б), телефонов воздушной и костной проводимости (В и В<sub>1</sub>), контрольного громкоговорителя (Г) и магнитофонной ленты, на которой записаны речевые тексты, составленные из стандартных слов. Приставка предназначена для измерения в децибелах уровня интенсивности подаваемых на излучатели речевых текстов. На верхней панели приставки размещены следующие переключатели и индикаторы: а) ручки аттенюатора (1), позволяющего изменять интенсивность звука в децибелах по имеющимся на панели шка-



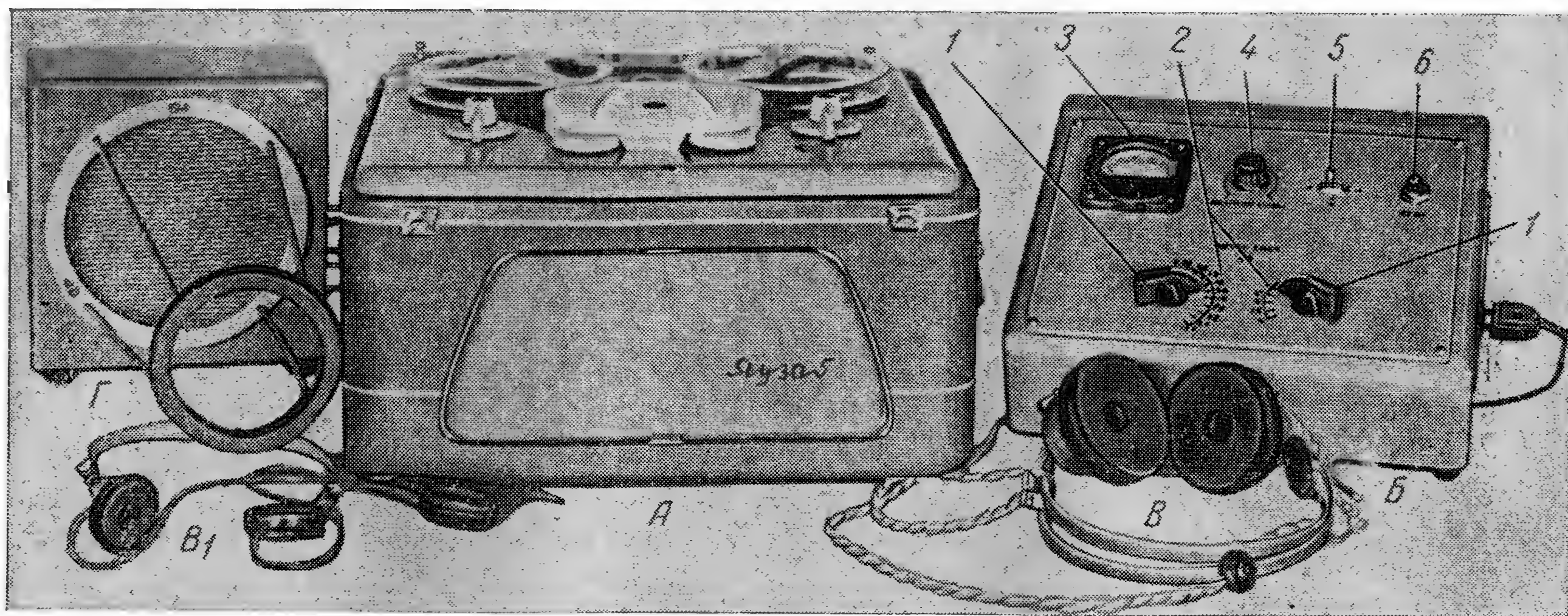


Рис. 180. Речевой аудиометр.

А — магнитофон. Б — аудиометрическая приставка; 1 — аттенюатор интенсивности звука в децибелах; 2 — шкалы аттенюатора; 3 — индикаторный прибор; 4 — ручка регулировки уровня воспроизведения звука; 5 — переключатель телефонов воздушной проводимости; 6 — тумблер дистанционного пуска и остановки магнитофона. В и В<sub>1</sub> — телефоны воздушной и костной проводимости. Г — контрольный громкоговоритель.

лам (2); индикаторный прибор (3), предназначенный для установки исходного уровня звука, подаваемого от магнитофона на приставку; на шкале прибора отмечен красный сектор, в пределах которого должна находиться стрелка при настройке приставки по тону частотой 1000 гц (тон записан в начальной части магнитофонной пленки); в) переключатель телефонов воздушной проводимости (5), который предназначен для переключения телефонов правого и левого уха; переключатель имеет цветовой указатель, цвет которого согласован с цветом окраски корпусов телефонов; г) ручка регулировки уровня воспроизведения звука (4), подаваемого на контрольный телефон; д) тумблер (6), предназначенный для дистанционного пуска и остановки лентопротяжного механизма магнитофона. На задней стороне приставки расположены штепсельные разъемы для включения телефонов воздушной и костной проводимости, для подключения громкоговорителя, шнура дистанционного управления и приставки к магнитофону, а также для включения контрольного телефона.

Телефон воздушной проводимости служит для проверки слуха испытуемого по воздушной проводимости. Телефон костной проводимости предназначен для проверки слуха по костной проводимости. Контрольный телефон используется для контроля за речевыми текстами, подаваемыми во время испытания.

**Проведение работы.** Приставку соединяют с магнитофоном. К гнездам приставки «контрольный телефон» подсоединяют контрольный

телефон. В гнезда «дистанционное управление» на приставке и магнитофоне вставляют соответствующие вилки. На магнитофон ставят выбранную кассету с лентой. Испытуемого усаживают на некотором расстоянии от прибора и просят повторять услышанные в телефон слова. Ручку «потеря слуха» ставят на «0» и пускают магнитофон. При этом в контрольном телефоне должен быть слышен тон частотой 1000 гц. Ручкой магнитофона «громкость» устанавливают отклонение стрелки индикатора на приставке в пределах красного сектора. Перед тем как дать прослушать испытуемому первую серию контрольных слов, переключатель «потеря слуха» ставят на максимальное ослабление звука и с началом серии постепенно усиливают звук вплоть до того момента, когда испытуемый правильно повторит подряд два—три слова. При этом положение переключателя «потеря слуха» укажет потерю слуха испытуемого в децибелах.

Подобным образом проверяют слух по костной и воздушной проводимости для каждого уха в отдельности и для биаурального слуха.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Опишите ход эксперимента. 2. Запишите показатели (в децибелах), полученные для обоих ушей (по воздушной и костной проводимости). 3. Сравните данные, полученные для правого и левого уха.

**Ответьте на вопросы:** 1. Чем отличается аудиограмма (кривая потери слуха для различных звуковых частот) пожилых людей от ауди-



ограммы молодого человека? 2. Как можно объяснить специфическое изменение аудиогаммы в пожилом возрасте.

---

РАБОТА 11 (132)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ  
МОБИЛЬНОСТИ РЕЦЕПТОРНЫХ  
ОБРАЗОВАНИЙ**

---

**Цель работы:** Показать на примере фоторецепторов сетчатки глаза и терморецепторов кожи изменения уровня функциональной мобильности рецепторных образований.

Рецептор — это часть анализатора, непосредственно воспринимающая раздражения, исходящие из внешней и внутренней среды. Раздражение, действующее на рецепторную клетку, вызывает деполяризацию ее мембраны. В результате деполяризации рецепторной мембраны развивается рецепторный, или генераторный, потенциал, а в отходящем от рецептора афферентном нервном волокне появляется группа нервных импульсов, несущих в закодированном виде информацию о раздражителе. Таким образом, рецептор является образованием, превращающим раздражение в возбуждение.

До недавнего времени считалось, что рецепторы, трансформируя раздражение в возбуждение, делают это пассивно, а возбудимость рецепторных клеток никак не изменяется в процессе контакта с раздражителем. Однако при подробном исследовании деятельности рецепторных образований зрительного, кожного и вкусового анализаторов П. Г. Снякиным было обнаружено изменение возбудимости рецепторов, зависящее как от свойств раздражителя, так и от времени контакта раздражителя с рецепторным полем. Более того, число рецепторов, активно воспринимающих раздражение, постоянно изменялось, причем возбудимый рецептор мог стать невозбудимым и наоборот. Это явление изменяющейся возбудимости рецепторных образований было названо **функциональной мобильностью**. Количество рецепторных образований, способных в данный момент воспринимать воздействия адекватного раздражителя, т. е. **уровень функциональной мобильности**, зависит от качества раздражителя, длительности его воздействия на рецептор и от того, находился ли данный рецептор перед воздействием раздражителя в состоянии покоя или относительно длительное время был возбужден.

Все изложенное выше говорит о том, что рецепторы не являются частью анализаторов,

пассивно воспринимающие раздражения. Изменяя уровень функциональной мобильности, рецепторы, с одной стороны, помогают организму приспособливаться для наилучшего восприятия раздражения, а с другой — являются системой первичного анализа раздражающего воздействия на организм. Уровень функциональной мобильности меняется за счет уменьшения или увеличения возбудимости рецепторов как непосредственно под влиянием раздражителя, так и под влиянием управляющих импульсов, исходящих из соответствующих отделов центральной нервной системы.

**Задача I.**

**Наблюдение изменения уровня  
функциональной мобильности фоторецепторов  
сетчатки глаза**

**Для работы необходимы:** периметр, черные и цветные марки, лист бумаги с нанесенными на него нормальными полями зрения левого и правого глаз.

Выполнение данной задачи позволяет показать, что уровень функциональной мобильности фоторецепторов сетчатки (количество нормально функционирующих светочувствительных элементов на периферии сетчатки) изменяется в зависимости от предварительно проведенной темновой или световой адаптации глаза.

**Проведение работы.** Работу проводят в полусвещенной комнате. Вначале определяют границы поля зрения, как было изложено в работе 7 (128). Затем на 10—15 минут свет в комнате выключают. После проведения темновой адаптации вновь (при прежнем уровне освещенности комнаты) определяют границы поля зрения. Вторая часть работы заключается в том, что после определения границ поля зрения в слабоосвещенной комнате в лаборатории на 10—15 минут включают яркий свет (световая адаптация). После этого устанавливают исходный уровень освещенности и вновь определяют границы поля зрения.

**Рекомендации к оформлению работы:** 1. Нанесите на бланки поля зрения, определенные до и после темновой и световой адаптации. 2. Сравните величины горизонтальных диаметров полей зрения<sup>1</sup> до и после темновой и световой адаптации. Занесите данные в таблицу.

---

<sup>1</sup> Горизонтальный диаметр — это сумма височного и носового радиусов поля зрения. Например: объект виден с височной стороны на расстоянии 80° от средней точки, а с носовой стороны на расстоянии 60°. Горизонтальный диаметр будет в этом случае равен 140° (80°+60°=140°).

Исходная величина горизонтального диаметра	Горизонтальный диаметр после темновой адаптации	Горизонтальный диаметр после световой адаптации

числа возбудимых тепловых и холодовых рецепторов) изменяется в течение опыта.

**Проведение работы.** Вначале опыта определяют число тепловых и холодовых рецепторов на коже ладонной поверхности предплечья. Определение производят на площади кожи 1 см<sup>2</sup> по методике, указанной в работе 4 (125), но при этом шариковыми авторучками с пастой различных цветов (например, черной и красной) отмечают каждый обнаруженный тепловой и холодовый рецептор.

Наблюдение повторяют 3 раза, выдерживая между наблюдениями интервал 10 минут. При этом каждый раз тепловым термоэстезиометром прикасаются к отмеченным тепловым точкам, а холодовым термоэстезиометром — к холодовым. Данные всех опытов вносят в протокол.

**Рекомендации к оформлению работы:** Внесите данные опыта в таблицу:

**Задача 2.**  
**Наблюдение изменения уровня функциональной мобильности терморецепторов кожи**

Для работы необходимы: тепловой и холодовый термоэстезиометр, кусочек картона с прорезанным в нем квадратным отверстием размером 1×1 см.

Выполняя эту задачу можно показать, что уровень функциональной мобильности терморецепторов кожи (увеличение или уменьшение

Исходное число терморецепторов		Число терморецепторов через 10 минут		Число терморецепторов через 20 минут		Число терморецепторов через 30 минут	
тепловых	холодовых	тепловых	холодовых	тепловых	холодовых	тепловых	холодовых

**Ответьте на вопросы:** 1. В чем будет выражаться изменение возбудимости фоторецепторов при световой и темновой адаптации? 2. Как изменится, по сравнению с исходным, уровень функциональной мобильности тепловых и холодовых терморецепторов кожи если: а) руку

перед подсчетом числа тепловых рецепторов опустить на 10 минут в холодную воду (5—8°); б) руку перед подсчетом числа холодовых рецепторов опустить на 10 минут в теплую воду (40—45°)?

# ЧАСТЬ II

## ПРОГРАММИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ОСНОВНЫМ РАЗДЕЛАМ КУРСА ФИЗИОЛОГИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ<sup>1</sup>

---

### ВВЕДЕНИЕ

Приводимые ниже программы составлены в режиме «Экзаменатор» и предназначены для самоконтроля усвоения материала соответствующего раздела курса.

Правильная работа с программами даст Вам возможность ориентировочно определить степень усвоения материала и поможет обратить внимание на те вопросы, которые требуют доработки.

Наряду с этим правильная работа с программами способствует более прочному запоминанию материала, так как при этом включаются

механизмы так называемой активной памяти. Неправильная работа с программными материалами, т. е. механический поиск верного ответа, не только лишит Вас возможности получить объективную оценку своих знаний, но так же почти полностью исключит эффективное влияние метода на процесс запоминания учебного материала.

Приступать к работе с программой можно только после того, как будет пройден соответствующий раздел курса и закончено ознакомление с правилами работы.

### ПРАВИЛА РАБОТЫ С ПРОГРАММИРОВАННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

1. Каждый раздел состоит из 15 вопросов. На каждый из вопросов дано по 4 ответа, но только один из них верный (или наиболее полный). Этот ответ и требуется выбрать. На некоторые вопросы ответы даны в виде схем, кривых или графиков. Для ответа на другие требуется предварительно решить задачу и т. п. Суть дела при этом не меняется: во всех случаях надо выбрать из 4 ответов тот, который выражает правильное соотношение процессов, правильную зависимость величин и т. п.

Некоторые вопросы состоят из двух частей, обозначенных «А» и «Б». В этих случаях следует выбрать тот из комплексных ответов, который содержит правильные ответы на обе части вопроса.

2. Если Вы не можете определить, какой из ответов верный, возьмите учебник и прочтите соответствующий раздел. После этого снова попытайтесь найти правильный ответ. Так следует поступать до тех пор, пока Вы не будете в состоянии сделать обоснованный выбор.

3. После того как ответ выбран, обратитесь к соответствующей странице (указана справа от номера ответа) и убедитесь, правилен ли Ваш выбор<sup>2</sup>.

4. Если ответ выбран верно, переходите к следующему вопросу.

5. Если Вы ошиблись, обратитесь к учебнику, а затем повторите выбор. Если на этот раз он окажется верным, переходите к следующему вопросу, если нет, вновь обратитесь к учебнику.

6. Не прибегайте к пассивному, механическому поиску верного ответа!

7. Знания оцениваются по сумме набранных очков. Для оценки своих знаний воспользуйтесь приведенными схемой вариантов поиска правильного ответа и таблицей оценки знаний. Обратите внимание, что 1 очко засчитывается только за правильный выбор ответа с первой попытки. Когда верный ответ найден со второй попытки, засчитывается 0,5 очка. Во всех остальных случаях очки не засчитываются.

8. Время, которое Вы затратите на работу с программой, в значительной мере будет определяться тем, насколько хорошо усвоен пройденный материал. Поэтому фактор времени

---

<sup>1</sup> Приводимые материалы предназначены для самостоятельной индивидуальной работы студентов, но могут быть использованы и для группового (безмашинного или с применением машин) контроля знаний, проводимого преподавателем. Техника использования материалов с этими целями изложена в разделе «Приложение».

---

<sup>2</sup> Для удобства работы программные материалы имеют самостоятельную нумерацию страниц.



служит дополнительным критерием при оценке знаний. Однако в том случае, когда выбор ответов заставляет обращаться к учебнику более 3 раз, фактором времени целесообразнее пре-

небречь и не спеша продолжать работать с программой и учебником. В этом случае работа с программой из режима «Экзаменатор» перейдет в режим «Репетитор».

СХЕМА ВАРИАНТОВ ПОИСКА ПРАВИЛЬНОГО ОТВЕТА

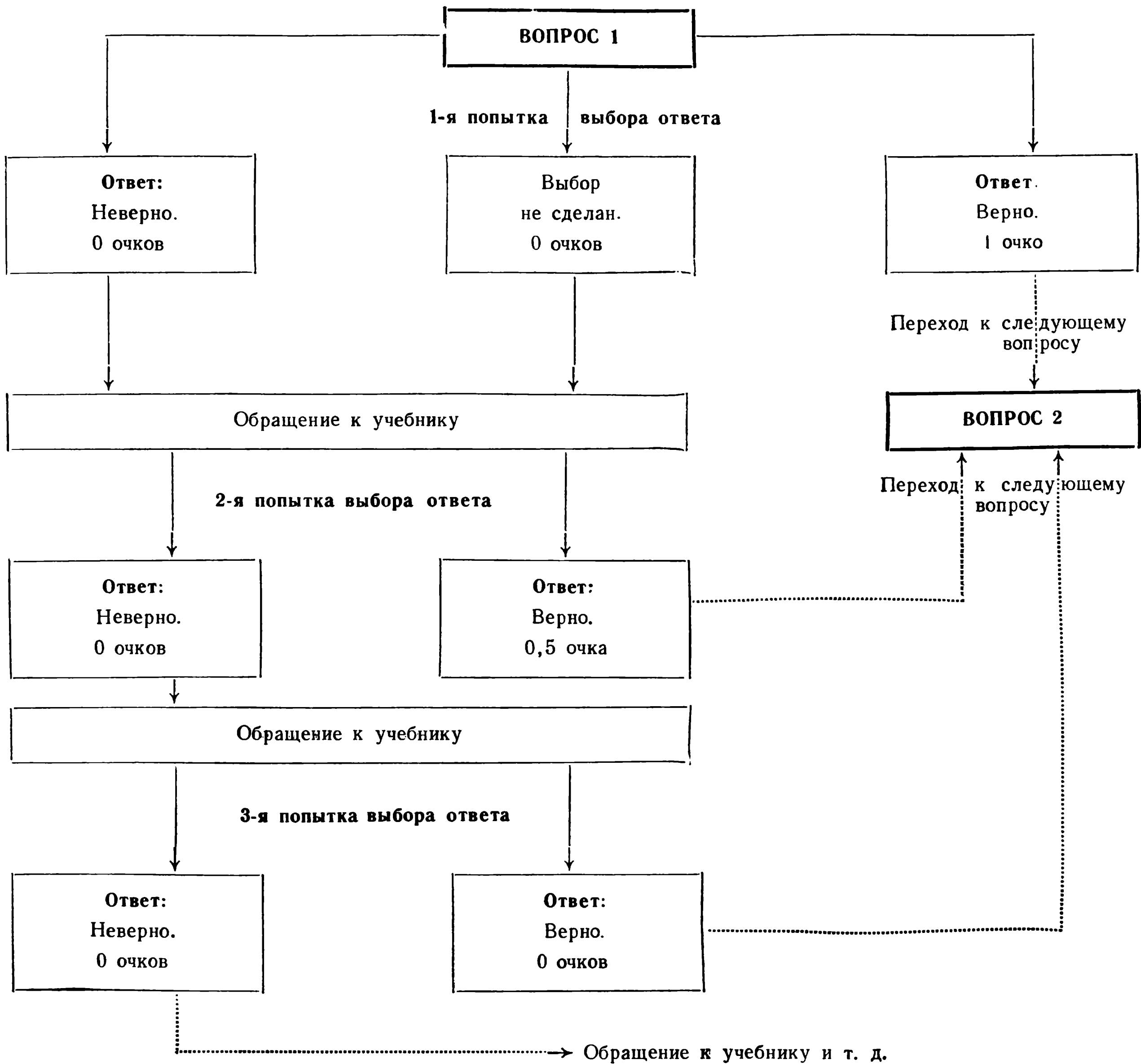


Таблица оценки знаний

Количество очков	Время, затраченное на работу с программой, минуты	Оценка
15	Не более 30	Отлично
14,5	Не более 35	Хорошо
14	Не более 40	Удовлетворительно
13,5 и меньше	Более 40	Неудовлетворительно

### **Прочтите, прежде чем просматривать программы!**

Если Вы хотите разумно воспользоваться всеми возможностями, заложенными в методе программированного самоконтроля знаний, приступайте к работе с программой только тогда, когда будет пройден соответствующий раздел физиологии, а до этого момента **программы не просматривайте.**

Каждая программа состоит из 15 вопросов. Естественно, они не могут охватить весь материал какого-либо раздела, подобно тому, как экзаменационный билет не может заключать содержание всего пройденного курса. Предварительное же ознакомление с программой покажет Вам, какие материалы в нее включены, и в процессе подготовки Вы невольно будете обращать на них большее внимание. Следовательно, если Вы заинтересованы в самостоятельной объективной проверке своих знаний, **предварительно знакомиться с программой не следует.**

**ПРЕЖДЕ ЧЕМ ПРОСМАТРИВАТЬ ПРОГРАММЫ, ПРОЧТИТЕ  
ПРЕДШЕСТВУЮЩУЮ СТРАНИЦУ!**

**РАЗДЕЛ I. КРОВЬ**

**Вопрос 1**

- А. Каково в крови процентное соотношение объемов плазмы и форменных элементов?  
Б. Что называется сывороткой крови?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

А. Плазма 40—45%; форменные элементы 60—55%.

Б. Дефибринированная кровь.

1 (см. стр. 8)

А. Плазма 55—60%; форменные элементы 45—40%.

Б. Дефибринированная плазма.

2 (см. стр. 6)

А. Плазма 40—45%; форменные элементы 60—55%.

Б. Дефибринированная плазма.

3 (см. стр. 4)

А. Плазма 55—60%; форменные элементы 45—40%.

Б. Дефибринированная кровь.

4 (см. стр. 5)

**Вопрос 2**

По приведенным константам определите, какая жидкость является плазмой крови?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

d 1,090.

pH 7,35.

Осмотическое давление 7,8 атм.

Онкотическое давление 30 мм рт. ст.

1 (см. стр. 8)

d 1,030.

pH 7,35.

Осмотическое давление 7,8 мм рт. ст.

Онкотическое давление 25 мм рт. ст.

2 (см. стр. 7)

d 1,030

pH 7,35.

Осмотическое давление 7,8 атм.

Онкотическое давление 25 мм рт. ст.

3 (см. стр. 3)

d 1,090

pH 7,00

Осмотическое давление 7,8 атм.

Онкотическое давление 30 мм рт. ст.

4 (см. стр. 4)

**Со стр. 3**

Вопрос 5

Ответ 1 — верно

**Со стр. 4**

Вопрос 7

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 4**

Вопрос 8

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 5**

Вопрос 10

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 6**

Вопрос 11

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 6**

Вопрос 12

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 8**

Вопрос 15

Ответ 1 — неверно



### Вопрос 3

Какой из приведенных растворов может быть использован для внутривенного введения человеку в качестве кровезамещающей жидкости?

Ответы:	Номера ответов:	Ответы:	Номера ответов:
NaCl 0,6%	1 (см. стр. 8)	NaCl 8%	3 (см. стр. 4)
KCl 0,02%		KCl 0,2%	
CaCl <sub>2</sub> 0,02%		CaCl 0,2%	
NaHCO <sub>3</sub> 0,01%		NaHCO <sub>3</sub> 1%	
MgCl <sub>2</sub> —		MgCl <sub>2</sub> 0,1%	
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> —		NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 0,05%	
Глюкоза 0,1%		Глюкоза 1%	
NaCl 0,08%	2 (см. стр. 6)	NaCl 0,8%	4 (см. стр. 5)
KCl 0,002%		KCl 0,02%	
CaCl <sub>2</sub> 0,002%		CaCl <sub>2</sub> 0,02%	
NaHCO <sub>3</sub> 0,01%		NaHCO <sub>3</sub> 0,1%	
MgCl <sub>2</sub> 0,001%		MgCl <sub>2</sub> 0,01%	
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 0,0005%		NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 0,005%	
Глюкоза 0,01%		Глюкоза 0,1%	

### Вопрос 4

- А. Какая из приведенных комбинаций буферных систем крови обладает наибольшей емкостью?
- Б. Во сколько раз при титровании щелочью и кислотой вода будет быстрее, чем кровь, защелачиваться и закисляться?

Ответы:	Номера ответов:
А. Бикарбонатная система + фосфатная система.	
Б. Защелачиваться в 325 раз; закисляться в 70 раз.	1 (см. стр. 8)
А. Фосфатная система + буферная система белков плазмы.	
Б. Защелачиваться в 70 раз; закисляться в 325 раз.	2 (см. стр. 6)
А. Бикарбонатная система + буферная система белков плазмы.	
Б. Защелачиваться в 325 раз; закисляться в 70 раз.	3 (см. стр. 4)
А. Фосфатная система + буферная система гемоглобина.	
Б. Защелачиваться в 70 раз; закисляться в 325 раз.	4 (см. стр. 3)

Со стр. 3

Вопрос 6

Ответ 3 — верно

Со стр. 4

Вопрос 7

Ответ 1 — неверно

Со стр. 4

Вопрос 8

Ответ 3 — неверно

Со стр. 5

Вопрос 10

Ответ 3 — верно

Со стр. 6

Вопрос 11

Ответ 4 — неверно

Со стр. 7

Вопрос 13

Ответ 4 — неверно

Со стр. 8

Вопрос 15

Ответ 4 — верно

Со стр. 1  
Вопрос 2  
Ответ 3 — верно

Со стр. 2  
Вопрос 4  
Ответ 4 — верно

Со стр. 5  
Вопрос 9  
Ответ 1 — неверно

Со стр. 6  
Вопрос 11  
Ответ 2 — верно

Со стр. 7  
Вопрос 13  
Ответ 2 — верно

Со стр. 7  
Вопрос 14  
Ответ 4 — неверно

Со стр. 8  
Вопрос 15  
Ответ 2 — неверно

### Вопрос 5

Данные какого анализа крови из приведенных ниже ближе всего к норме?

Ответы:

Номера  
ответов:

Эритроциты	5 000 000 в 1 мм <sup>3</sup>	1 (см. стр. 1)
Лейкоциты	7000 в 1 мм <sup>3</sup>	
Гемоглобин	95%	
РОЭ	4 мм в час	
Эритроциты	4 500 000 в 1 мм <sup>3</sup>	2 (см. стр. 5)
Лейкоциты	4000 в 1 мм <sup>3</sup>	
Гемоглобин	85%	
РОЭ	6 мм в час	
Эритроциты	4 000 000 в 1 мм <sup>3</sup>	3 (см. стр. 7)
Лейкоциты	20 000 в 1 мм <sup>3</sup>	
Гемоглобин	75%	
РОЭ	16 мм в час	
Эритроциты	3 500 000 в 1 мм <sup>3</sup>	4 (см. стр. 6)
Лейкоциты	8000 в 1 мм <sup>3</sup>	
Гемоглобин	65%	
РОЭ	8 мм в час	

### Вопрос 6

Определить, какая из приведенных лейкоцитарных формул ближе к норме?

Ответы:

Номера  
ответов:

Базофилы, %	Эозино- филы, %	Нейтро- филы, %	Лимфо- циты, %	Моноциты, %	
1	10	50	33	6	1 (см. стр. 7)
0,5	3,5	44	45	7	2 (см. стр. 5)
1	4	55	33	7	3 (см. стр. 2)
0,5	1	74,5	18	6	4 (см. стр. 6)

## Вопрос 7

- А. Какие форменные элементы крови обладают наибольшей способностью к фагоцитозу?
- Б. Где образуются гранулоциты и агранулоциты?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Лимфоциты, базофилы.

Б. Гранулоциты — в селезенке и лимфатических узлах; агранулоциты — в селезенке и лимфатических узлах.

1 (см. стр. 2)

А. Моноциты, лимфоциты.

Б. Гранулоциты — в красном костном мозге; агранулоциты — в селезенке и лимфатических узлах.

2 (см. стр. 6)

А. Нейтрофилы, моноциты.

Б. Гранулоциты — в красном костном мозге; агранулоциты — в селезенке и лимфатических узлах.

3 (см. стр. 8)

А. Эозинофилы, базофилы.

Б. Гранулоциты — в селезенке и лимфатических узлах; агранулоциты — в красном костном мозге.

4 (см. стр. 1)

## Вопрос 8

- А. Какое количество тромбоцитов содержится в норме в крови человека?
- Б. Где образуются кровяные пластинки?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. 200 000 — 300 000 в 1 мм<sup>3</sup>.

Б. В красном костном мозге.

1 (см. стр. 5)

А. 6000 — 8000 в 1 мм<sup>3</sup>

Б. В красном костном мозге.

2 (см. стр. 6)

А. 200 000 — 300 000 в 1 мм<sup>3</sup>.

Б. В селезенке.

3 (см. стр. 2)

А. 6000 — 8000 в 1 мм<sup>3</sup>

Б. В селезенке.

4 (см. стр. 1)

**Со стр. 1**

Вопрос 1

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 1**

Вопрос 2

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 2**

Вопрос 3

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 2**

Вопрос 4

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 5**

Вопрос 9

Ответ 2 — верно

**Со стр. 6**

Вопрос 12

Ответ 4 — верно

**Со стр. 7**

Вопрос 13

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 7**

Вопрос 14

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 8**

Вопрос 15

Ответ 3 — неверно



**Вопрос 9**

- А. Каково нормальное содержание гемоглобина в крови человека?  
Б. Каков нормальный уровень глюкозы в крови?

О т в е т ы:

Номера  
ответов:

- А. 10—11 г %  
Б. 120—140 мг %  
А. 13—14 г %  
Б. 80—120 мг %

1 (см. стр. 3)  
2 (см. стр. 4)

- А. 16—17 г %  
Б. 80—120 мг %  
А. 19—20 г %  
Б. 120—140 мг %

3 (см. стр. 7)  
4 (см. стр. 8)

**Вопрос 10**

Какая из приведенных схем правильно отражает последовательность фаз и взаимную связь компонентов в процессе свертывания крови?

О т в е т ы:

Номера  
ответов:

Фибриноген + протромбокиназа +  $\text{Ca}^{++} \Rightarrow$  тромбопла-  
стиногены + тромбокиназа + протромбин  $\Rightarrow$  тромбин +  
 $\text{Ca}^{++}$  + витамин К + факторы V—VIII  $\Rightarrow$  фибрин.

1 (см. стр. 7)

Протромбин +  $\text{Ca}^{++} \Rightarrow$  тромбин + витамин К + факто-  
ры V—VIII  $\Rightarrow$  тромбопластиногены + протромбокина-  
за  $\Rightarrow$  тромбокиназа +  $\text{Ca}^{++}$  + фибриноген  $\Rightarrow$  фибрин.

2 (см. стр. 1)

Протромбокиназа +  $\text{Ca}^{++}$  + тромбопластиногены  $\Rightarrow$   
тромбокиназа + витамин К + факторы V—VIII + про-  
тромбин +  $\text{Ca}^{++} \Rightarrow$  тромбин + фибриноген  $\Rightarrow$  фибрин.

3 (см. стр. 2)

Протромбокиназа +  $\text{Ca}^{++}$  + протромбин  $\Rightarrow$  тромбокина-  
за + тромбин + витамин К + факторы V—VIII  $\Rightarrow$   
тромбопластиногены +  $\text{Ca}^{++}$  + фибриноген  $\Rightarrow$  фибрин.

4 (см. стр. 8)

Со стр. 1  
Вопрос 1  
Ответ 4 — неверно

Со стр. 2  
Вопрос 3  
Ответ 4 — верно

Со стр. 3  
Вопрос 5  
Ответ 2 — неверно

Со стр. 3  
Вопрос 6  
Ответ 2 — неверно

Со стр. 4  
Вопрос 8  
Ответ 1 — верно

Со стр. 7  
Вопрос 13  
Ответ 3 — неверно

Со стр. 7  
Вопрос 14  
Ответ 2 — неверно

## Вопрос 11

- А. Какое из приведенных состояний гемоглобина является наиболее устойчивым?
- Б. Какая форма гемоглобина не должна содержаться в нормальных условиях в крови?

Отв е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

А. Нв (редуцированный гемоглобин).

Б. Карбоксигемоглобин.

1 (см. стр. 1)

А. НвСО (карбоксигемоглобин).

Б. Карбоксигемоглобин.

2 (см. стр. 3)

А. НвСО<sub>2</sub> (карбогемоглобин).

Б. Карбогемоглобин.

3 (см. стр. 7)

А. НвО<sub>2</sub> (оксигемоглобин).

Б. Карбогемоглобин.

4 (см. стр. 2)

## Вопрос 12

Какие группы крови дают агглютинацию со стандартными сыворотками:

А. II и III групп?

Б. II группы?

Отв е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

А. I группа.

Б. III »

1 (см. стр. 1)

А. IV группа.

Б. II »

2 (см. стр. 8)

А. III группа.

Б. IV »

3 (см. стр. 7)

А. IV группа

Б. III »

4 (см. стр. 4)

Со стр. 1

Вопрос 1

Ответ 2 — верно

Со стр. 2

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

Со стр. 2

Вопрос 4

Ответ 2 — неверно

Со стр. 3

Вопрос 5

Ответ 4 — неверно

Со стр. 3

Вопрос 6

Ответ 4 — неверно

Со стр. 4

Вопрос 7

Ответ 2 — неверно

Со стр. 4

Вопрос 8

Ответ 2 — неверно

Со стр. 7

Вопрос 14

Ответ 3 — верно

### Вопрос 13

В каком случае при беременности может возникнуть гемолитическая болезнь плода?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Когда:

**Со стр. 1**

Вопрос 2

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 3**

Вопрос 5

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 3**

Вопрос 6

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 5**

Вопрос 9

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 5**

Вопрос 10

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 6**

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 6**

Вопрос 12

Ответ 3 — неверно

Кровь плода Rh<sup>+</sup>

Кровь матери Rh<sup>+</sup>

1 (см. стр. 4)

Кровь плода Rh<sup>+</sup>

Кровь матери Rh<sup>-</sup>

2 (см. стр. 3)

Кровь плода Rh<sup>-</sup>

Кровь матери Rh<sup>-</sup>

3 (см. стр. 5)

Кровь плода Rh<sup>-</sup>

Кровь матери Rh<sup>+</sup>

4 (см. стр. 2)

### Вопрос 14

В каком из приведенных случаев при переливании крови может возникнуть опасность для реципиента?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

В случае, если:

Rh<sup>+</sup> реципиенту перелить Rh<sup>+</sup> кровь

1 (см. стр. 4)

Rh<sup>+</sup> реципиенту перелить Rh<sup>-</sup> кровь

2 (см. стр. 5)

Rh<sup>-</sup> реципиенту перелить Rh<sup>+</sup> кровь

3 (см. стр. 6)

Rh<sup>-</sup> реципиенту перелить Rh<sup>-</sup> кровь

4 (см. стр. 3)

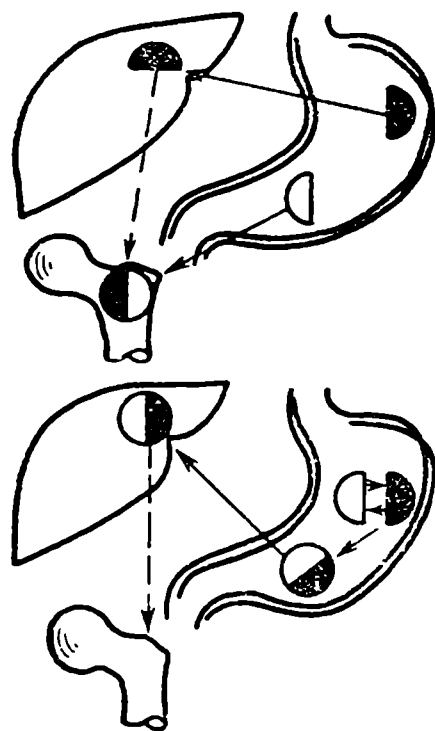
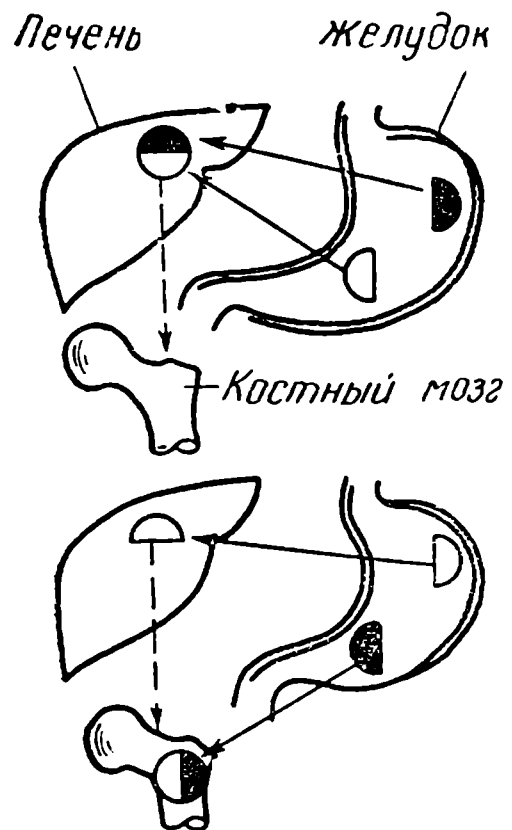


## Вопрос 15

Какая из схем более правильно отражает гуморальную регуляцию эритропоэза?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:



Внутренний фактор  
Кэстла - ●

Внешний фактор  
Кэстла - ○

Активный стимулятор  
эритропоэза - ●

1 (см. стр. 1)

2 (см. стр. 3)

3 (см. стр. 4)

4 (см. стр. 2)

**Со стр. 1**

Вопрос 1

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 1**

Вопрос 2

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 2**

Вопрос 3

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 2**

Вопрос 4

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 4**

Вопрос 7

Ответ 3 — верно

**Со стр. 5**

Вопрос 9

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 5**

Вопрос 10

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 6**

Вопрос 12

Ответ 2 — неверно

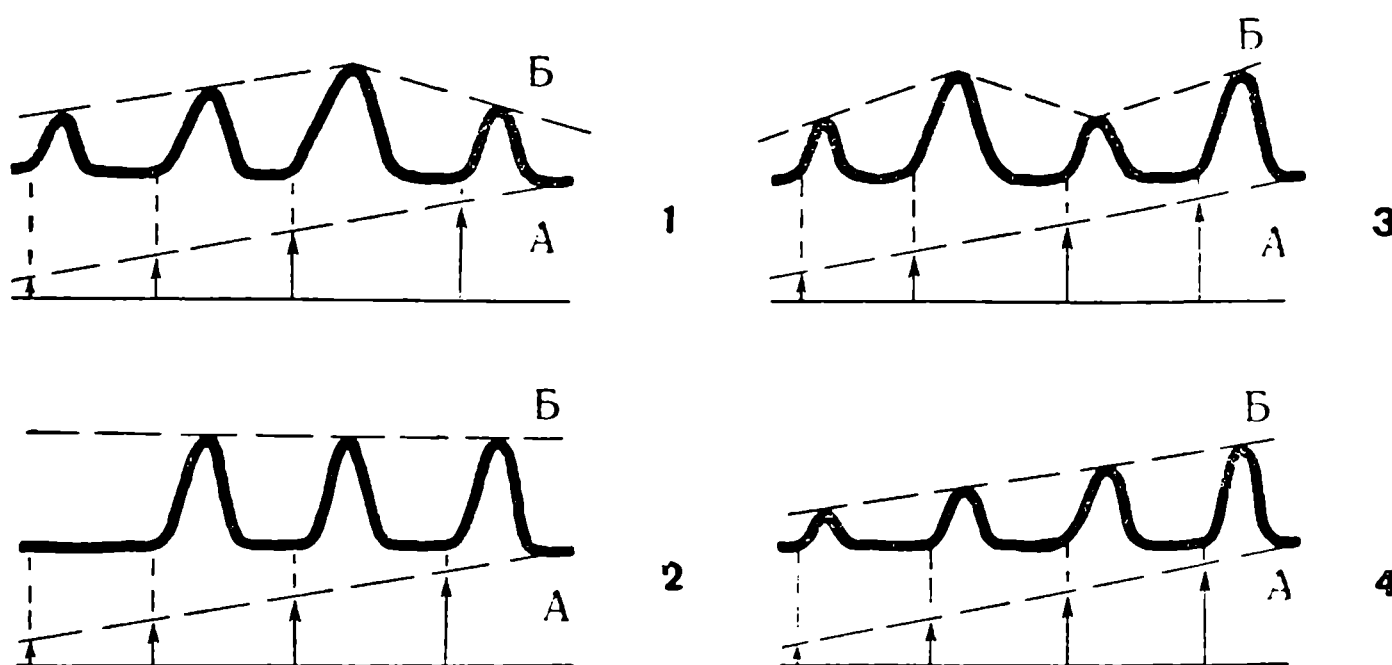
## РАЗДЕЛ II. СЕРДЦЕ

### Вопрос 1

Какая из приводимых схем отражает соотношение между силой раздражения (А) и ответной реакцией (Б) мышцы сердца (в эксперименте)?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 16)

2 (см. стр. 14)

3 (см. стр. 12)

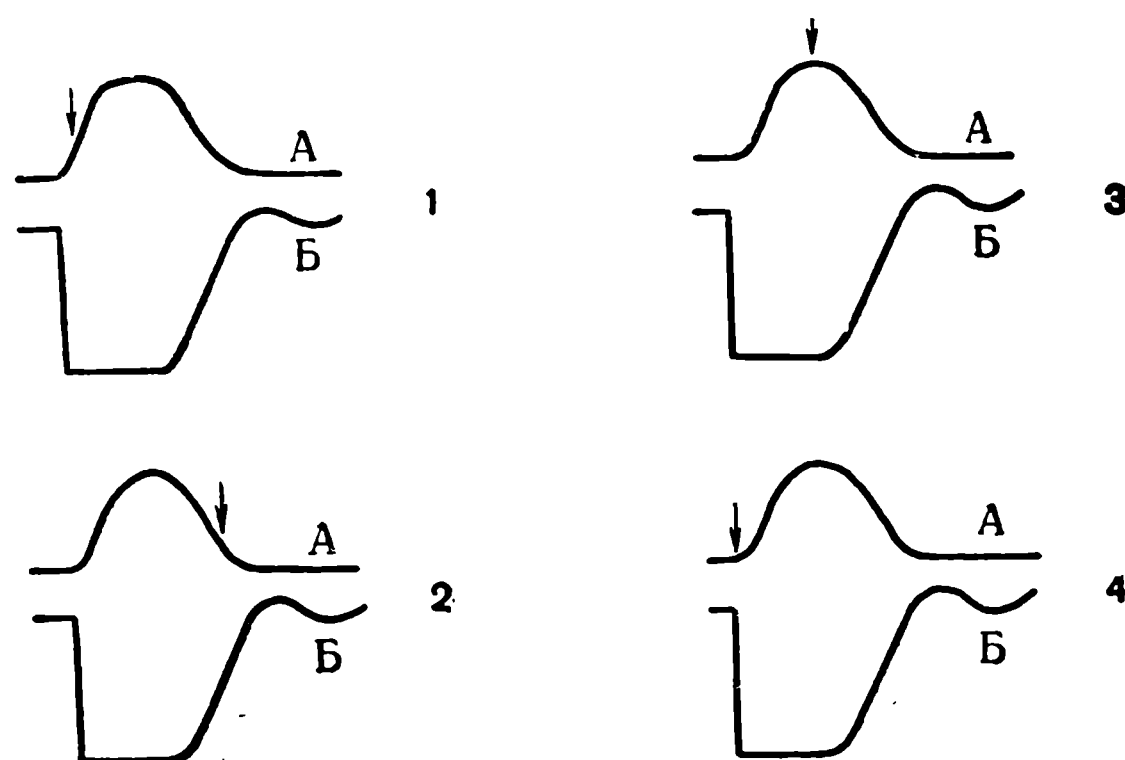
4 (см. стр. 15)

### Вопрос 2

В какой момент сердечного цикла нанесение дополнительного раздражения (указано стрелкой) вызовет экстрасистолу?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 16)

2 (см. стр. 11)

3 (см. стр. 14)

4 (см. стр. 15)

А - кривая сокращения; Б - кривая возбуждения

Со стр. 11

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

Со стр. 12

Вопрос 7

Ответ 1 — верно

Со стр. 12

Вопрос 8

Ответ 4 — неверно

Со стр. 13

Вопрос 9

Ответ 1 — неверно

Со стр. 13

Вопрос 10

Ответ 4 — неверно

Со стр. 14

Вопрос 11

Ответ 1 — неверно

Со стр. 15

Вопрос 13

Ответ 4 — неверно

Со стр. 16

Вопрос 15

Ответ 4 — неверно

### Вопрос 3

- А. Какие изменения в деятельности сердца наблюдаются при наложении первой лигатуры Станниуса?
- Б. О чем свидетельствует восстановление сокращений желудочков после наложения второй лигатуры Станниуса?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

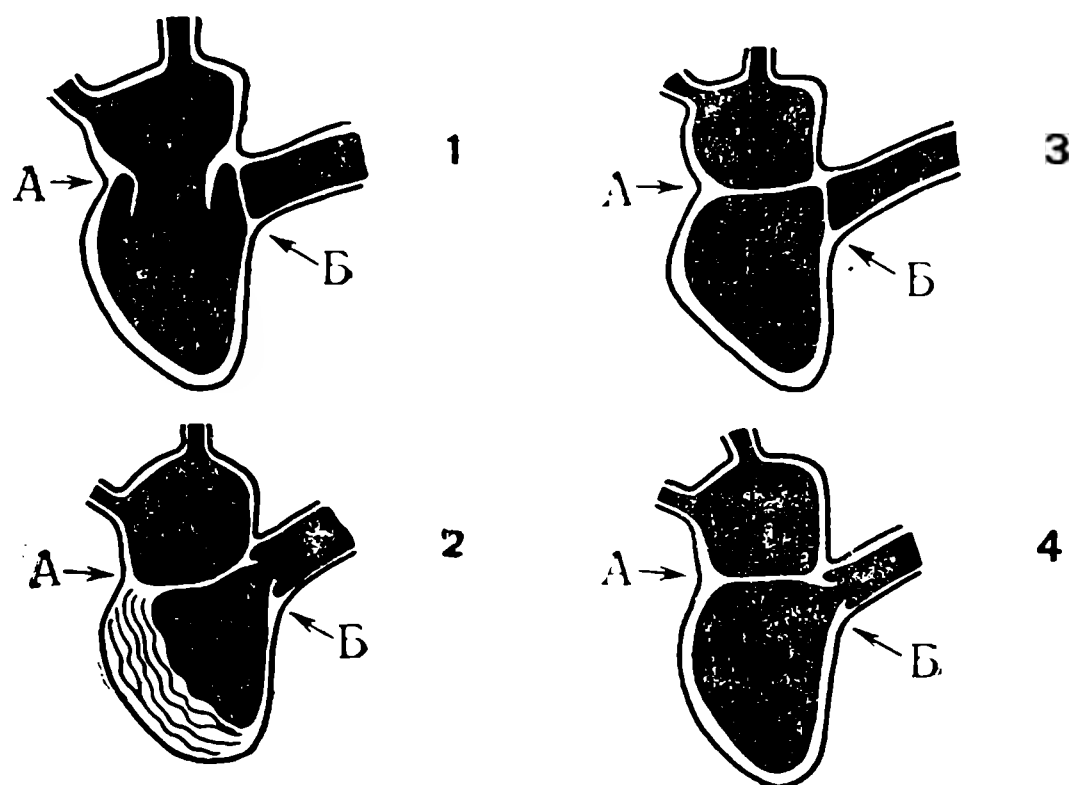
- А. Остановка всех отделов сердца.
- Б. О том, что атриовентрикулярный узел не обладает собственной автоматией. 1 (см. стр. 13)
- А. Остановка предсердий.
- Б. О восстановлении проведения возбуждения из синусного узла. 2 (см. стр. 14)
- А. Остановка предсердий и желудочков.
- Б. О том, что атриовентрикулярный узел обладает собственной автоматией. 3 (см. стр. 12)
- А. Остановка желудочков.
- Б. О том, что верхушка сердца не обладает собственной автоматией. 4 (см. стр. 15)

### Вопрос 4

Какое состояние клапанов соответствует фазе напряжения желудочков сердца?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:



А - атриовентрикулярные клапаны  
Б - полулунные клапаны.

1 (см. стр. 15)

2 (см. стр. 14)

3 (см. стр. 11)

4 (см. стр. 13)

Со стр. 11

Вопрос 5

Ответ 4 — неверно

Со стр. 11

Вопрос 6

Ответ 1 — неверно

Со стр. 12

Вопрос 7

Ответ 4 — неверно

Со стр. 12

Вопрос 8

Ответ 1 — неверно

Со стр. 13

Вопрос 10

Ответ 2 — верно

Со стр. 14

Вопрос 12

Ответ 3 — верно

Со стр. 15

Вопрос 13

Ответ 1 — неверно

Со стр. 15

Вопрос 14

Ответ 1 — неверно

Со стр. 16

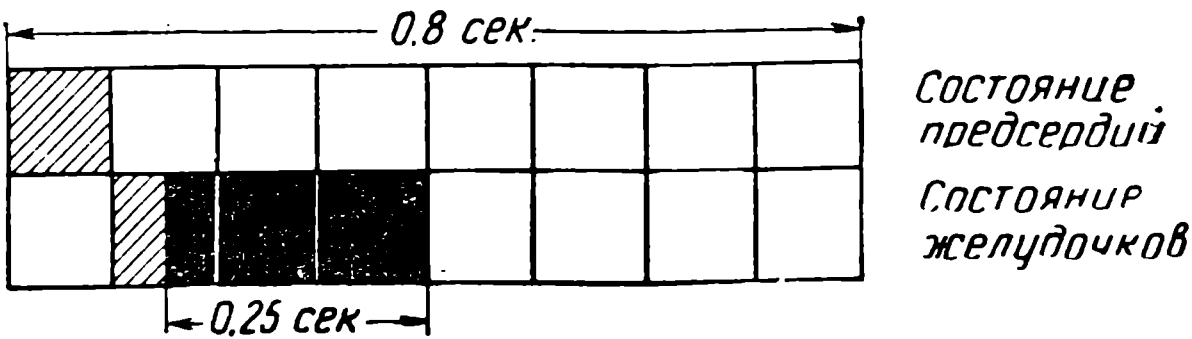
Вопрос 15

Ответ 1 — неверно



**Вопрос 5**

Какой фазе сердечного цикла соответствует выделенный на схеме (черным) период?



- Со стр. 9**  
Вопрос 2  
Ответ 2 — верно

---
- Со стр. 10**  
Вопрос 4  
Ответ 3 — верно

---
- Со стр. 13**  
Вопрос 10  
Ответ 1 — неверно

---
- Со стр. 14**  
Вопрос 12  
Ответ 2 — неверно

---
- Со стр. 15**  
Вопрос 14  
Ответ 2 — неверно

---

Ответы:	Номера ответов:
Диастола желудочков.	1 (см. стр. 9)
Систола желудочков, фаза изгнания крови.	2 (см. стр. 16)
Систола желудочков, фаза напряжения.	3 (см. стр. 14)
Систола предсердий.	4 (см. стр. 10)

**Вопрос 6**

Сколько примерно будет длиться общая диастола предсердий и желудочков (пауза сердца), если пульс больного равен 150 в минуту?

Ответы:	Номера ответов:
0,15 секунды.	1 (см. стр. 10)
0,25 секунды.	2 (см. стр. 13)
0,2 секунды.	3 (см. стр. 15)
0,4 секунды.	4 (см. стр. 16)

## Вопрос 7

Какое давление развивается в левом предсердии и левом желудочке при их систоле?

Ответы:

В предсердии 6—8 мм рт. ст.

В желудочке 115—125 мм рт. ст.

В предсердии 3—5 мм рт. ст.

В желудочке 18—30 мм рт. ст.

В предсердии 6—8 мм рт. ст.

В желудочке 18—30 мм рт. ст.

В предсердии 3—5 мм рт. ст.

В желудочке 115—125 мм рт. ст.

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 9)

2 (см. стр. 16)

3 (см. стр. 14)

4 (см. стр. 10)

## Вопрос 8

Какой из фрагментов электрокардиограммы будет соответствовать моменту, когда возбуждение охватит заштрихованный на рисунке отдел сердца?

Ответы:

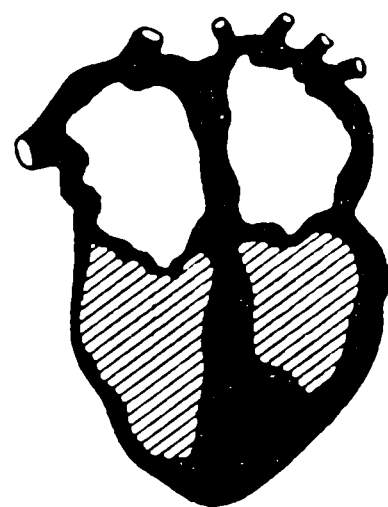
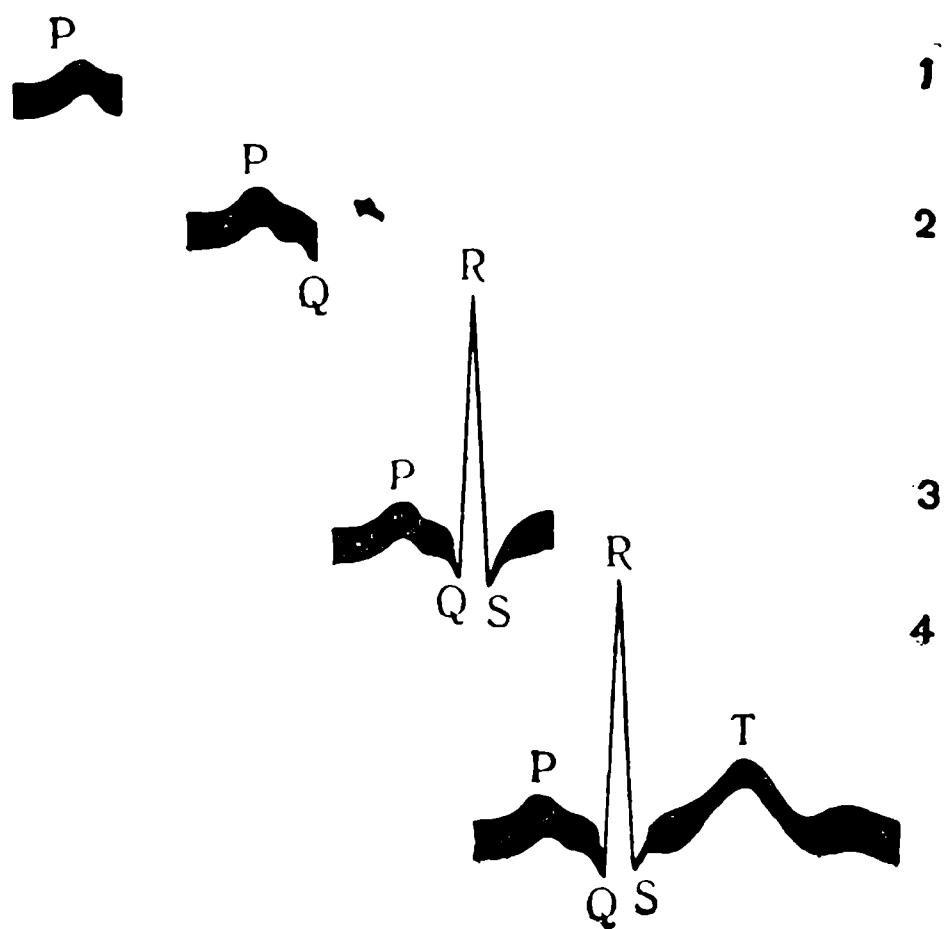
Номера  
ответов:

1 (см. стр. 10)

2 (см. стр. 13)

3 (см. стр. 15)

4 (см. стр. 9)



Со стр. 9

Вопрос 1

Ответ 3 — неверно

Со стр. 10

Вопрос 3

Ответ 3 — верно

Со стр. 13

Вопрос 9

Ответ 2 — неверно

Со стр. 13

Вопрос 10

Ответ 3 — неверно

Со стр. 14

Вопрос 11

Ответ 2 — неверно

Со стр. 14

Вопрос 12

Ответ 1 — неверно

Со стр. 15

Вопрос 13

Ответ 2 — неверно

Со стр. 15

Вопрос 14

Ответ 3 — неверно

Со стр. 16

Вопрос 15

Ответ 2 — неверно

## Вопрос 9

Какая из приведенных ниже схематических электрокардиограмм соответствует норме (по временным характеристикам основных комплексов)?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Со стр. 10

Вопрос 3

Ответ 1 — неверно

Со стр. 10

Вопрос 4

Ответ 4 — неверно

Со стр. 11

Вопрос 6

Ответ 2 — неверно

Со стр. 12

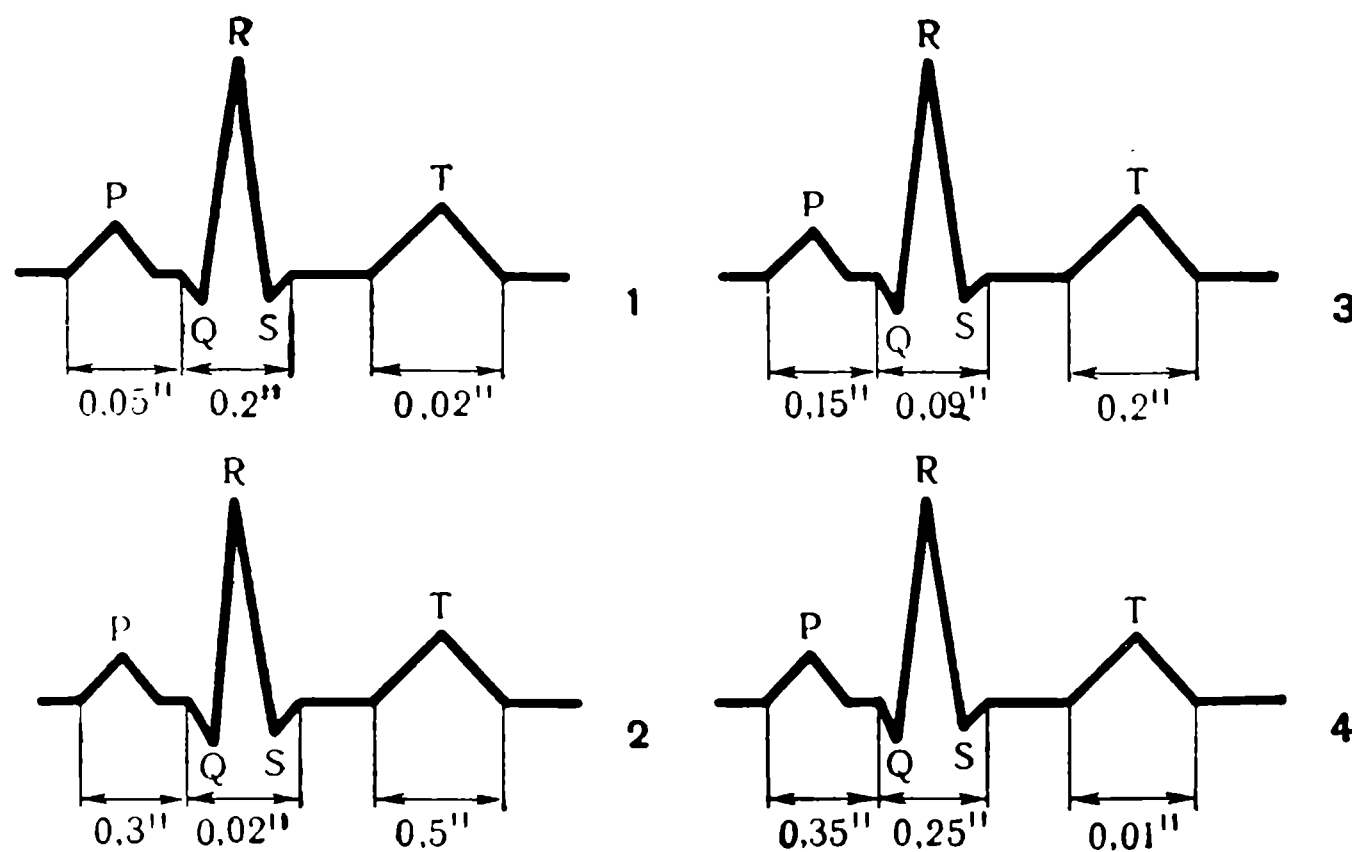
Вопрос 8

Ответ 2 — неверно

Со стр. 15

Вопрос 14

Ответ 4 — верно



1 (см. стр. 9)

2 (см. стр. 12)

3 (см. стр. 16)

4 (см. стр. 15)

## Вопрос 10

Какой вольтаж (высоту) имеют основные зубцы электрокардиограммы нормального сердца?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

$P$ —0,05—0,3 мВ

$R$ —0,25—0,5 »

$T$ —0,6 —1,6 »

1 (см. стр. 11)

$P$ —0,05—0,3 мВ

$R$ —0,6 —1,6 »

$T$ —0,25—0,5 »

2 (см. стр. 10)

$P$ —0,25—0,5 мВ

$R$ —0,6 —1,6 »

$T$ —0,05—0,3 »

3 (см. стр. 12)

$P$ —0,6 —1,6 мВ

$R$ —0,05—0,3 »

$T$ —0,25—0,5 »

4 (см. стр. 9)

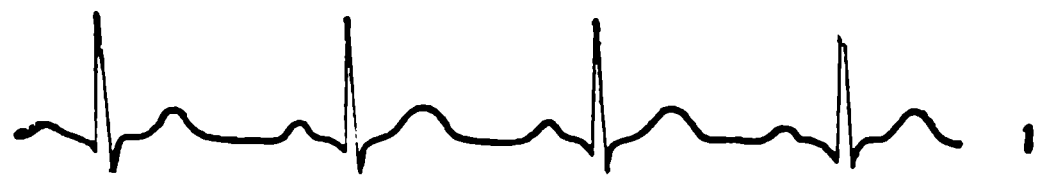


## Вопрос 11

Какая из приведенных схематических электрокардиограмм отражает полный блок сердца?

Ответы:

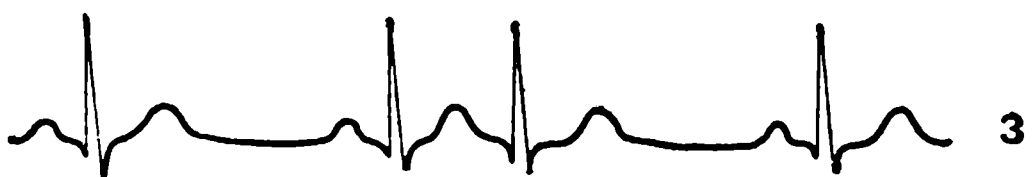
Номера  
ответов:



1 (см. стр. 9)



2 (см. стр. 12)



3 (см. стр. 16)



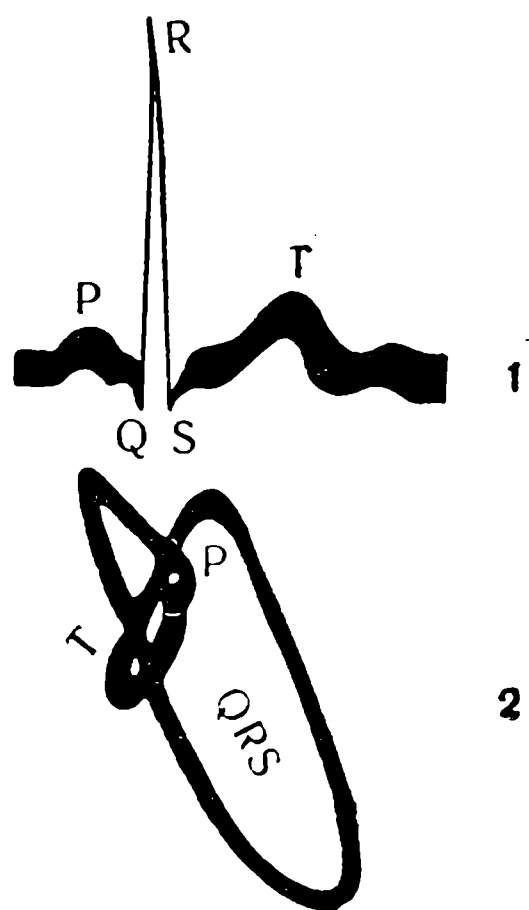
4 (см. стр. 15)

## Вопрос 12

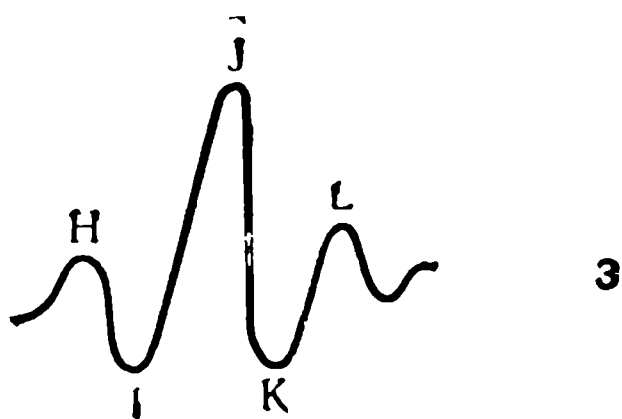
Выберите из приведенных кривых баллистокардиограмму.

Ответы:

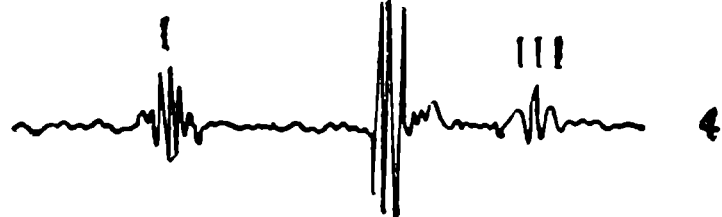
Номера  
ответов:



1 (см. стр. 12)



2 (см. стр. 11)



3 (см. стр. 10)

4 (см. стр. 16)

Со стр. 9

Вопрос 1

Ответ 2 — верно

Со стр. 9

Вопрос 2

Ответ 3 — неверно

Со стр. 10

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

Со стр. 10

Вопрос 4

Ответ 2 — неверно

Со стр. 11

Вопрос 5

Ответ 3 — неверно

Со стр. 12

Вопрос 7

Ответ 3 — неверно

Со стр. 15

Вопрос 13

Ответ 3 — верно

Со стр. 16

Вопрос 15

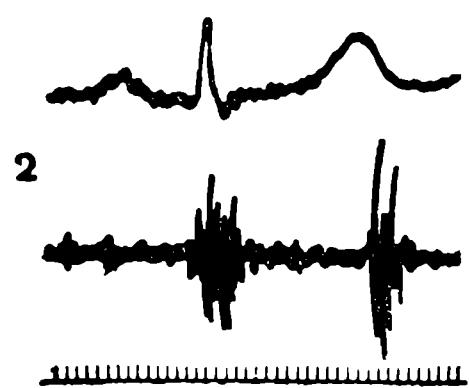
Ответ 3 — верно

### Вопрос 13

В какой из приведенных ниже записей показаны правильные временные соотношения между электрокардиограммой и первым и вторым тоном фонокардиограммы в норме?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:



1 (см. стр. 10)

2 (см. стр. 12)

3 (см. стр. 14)

4 (см. стр. 9)

### Вопрос 14

Как изменится деятельность сердца собаки после двусторонней перерезки симпатических нервов?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Частота сокращений сердца увеличится.

1 (см. стр. 10)

Частота сокращений сердца не изменится.

2 (см. стр. 11)

Сердце остановится.

3 (см. стр. 12)

Частота сокращений сердца уменьшится.

4 (см. стр. 13)

Со стр. 9

Вопрос 1

Ответ 4 — неверно

Со стр. 9

Вопрос 2

Ответ 4 — неверно

Со стр. 10

Вопрос 3

Ответ 4 — неверно

Со стр. 10

Вопрос 4

Ответ 1 — неверно

Со стр. 11

Вопрос 6

Ответ 3 — верно

Со стр. 12

Вопрос 8

Ответ 3 — верно

Со стр. 13

Вопрос 9

Ответ 4 — неверно

Со стр. 14

Вопрос 11

Ответ 4 — верно

## Вопрос 15

Как отразится на деятельности сердца собаки перерезка обоих блуждающих и обоих симпатических нервов?

Отв еты:

Частота сокращений сердца не изменится.

Сердце остановится.

Частота сокращений сердца увеличится.

Частота сокращений сердца уменьшится.

Но м е р а  
о т в е т о в:

1 (см. стр. 10)

2 (см. стр. 12)

3 (см. стр. 14)

4 (см. стр. 9)

---

**Со стр. 9**

Вопрос 1

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 9**

Вопрос 2

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 11**

Вопрос 5

Ответ 2 — верно

---

**Со стр. 11**

Вопрос 6

Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 12**

Вопрос 7

Ответ 2 — неверно

---

**Со стр. 13**

Вопрос 9

Ответ 3 — верно

---

**Со стр. 14**

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно

---

**Со стр. 14**

Вопрос 12

Ответ 4 — неверно

---



### РАЗДЕЛ III. СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

#### Вопрос 1

- А. Какая часть сосудистого русла создает наибольшее сопротивление току крови?  
Б. В какой части сосудистого русла наименьшая скорость кровотока?

Ответы:

Номера  
ответов:

- А. Артериолы.  
Б. В венах.

1 (см. стр. 24)

- А. Капилляры.  
Б. В венах.

2 (см. стр. 22)

- А. Артериолы.  
Б. В капиллярах.

3 (см. стр. 20)

- А. Капилляры.  
Б. В артериолах.

4 (см. стр. 23)

#### Вопрос 2

- А. Какова примерно величина давления крови в артериолах у здорового человека средних лет?  
Б. Чему равно время полного кругооборота крови у взрослого человека?

Ответы:

Номера  
ответов:

- А. 10—15 мм рт. ст.  
Б. 0,2 секунды.

1 (см. стр. 19)

- А. 15—40 мм рт. ст.  
Б. 2 секунды.

2 (см. стр. 20)

- А. 40—60 мм рт. ст.  
Б. 20 секунд.

3 (см. стр. 21)

- А. 60—90 мм рт. ст.  
Б. 2 секунды.

4 (см. стр. 23)

Со стр. 19

Вопрос 5

Ответ 4 — неверно

Со стр. 19

Вопрос 6

Ответ 1 — неверно

Со стр. 20

Вопрос 7

Ответ 4 — неверно

Со стр. 20

Вопрос 8

Ответ 1 — неверно

Со стр. 21

Вопрос 10

Ответ 3 — верно

Со стр. 22

Вопрос 12

Ответ 2 — неверно

Со стр. 23

Вопрос 14

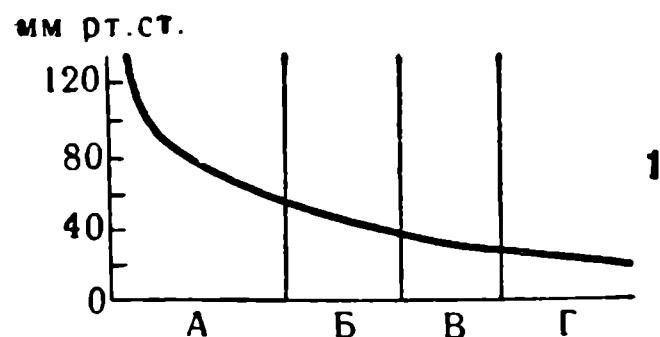
Ответ 3 — неверно

### Вопрос 3

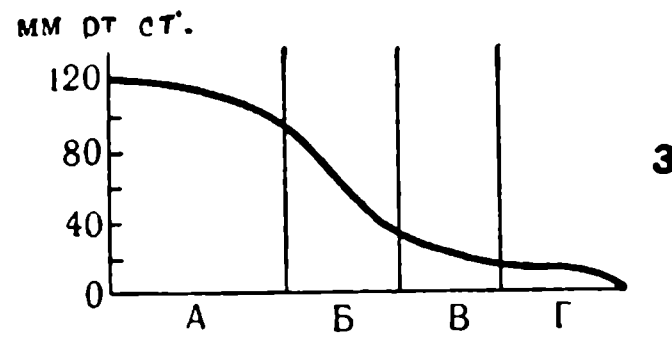
Какая из приведенных кривых характеризует кривую изменения кровяного давления по ходу сосудистой системы?

Ответы:

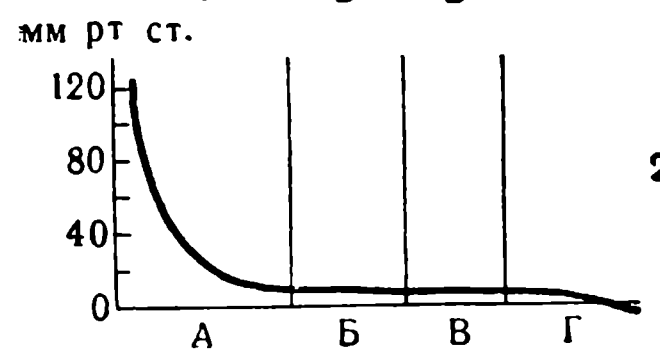
Номера  
ответов



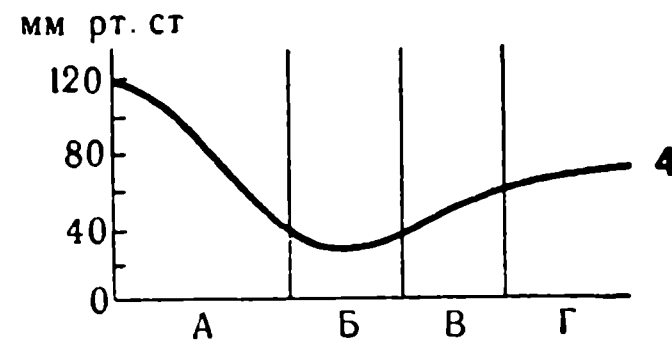
1



3



2



4

1 (см. стр. 24)

2 (см. стр. 22)

3 (см. стр. 20)

4 (см. стр. 23)

Со стр. 19

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

Со стр. 20

Вопрос 7

Ответ 1 — неверно

Со стр. 21

Вопрос 9

Ответ 1 — неверно

Со стр. 21

Вопрос 10

Ответ 2 — неверно

Со стр. 22

Вопрос 11

Ответ 1 — неверно

Со стр. 23

Вопрос 13

Ответ 1 — неверно

Со стр. 24

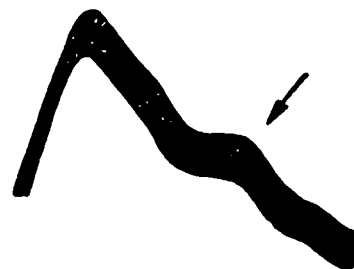
Вопрос 15

Ответ 1 — неверно

### Вопрос 4

А. Чем обусловлены на кривой кровяного давления волны первого порядка?

Б. Какая часть сфигмограммы отмечена на рисунке стрелкой?



Ответы:

Номера  
ответов:

А. Дыхательными движениями.

Б. Анакрота.

1 (см. стр. 21)

А. Ритмическими изменениями возбудимости дыхательного центра.

Б. Катакрота.

2 (см. стр. 23)

А. Пульсовыми колебаниями.

Б. Дикротический подъем.

3 (см. стр. 19)

А. Перераспределением крови между сосудами большого и малого кругов кровообращения.

Б. Переходная часть от анакроты к катакроте.

4 (см. стр. 20)

## Вопрос 5

- А. Чем обусловлен дикийртический подъем на сфигмограмме?  
Б. В какую фазу сердечного цикла коронарный кровоток возрастает до максимума?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

- А. Сокращением желудочков во время их систолы.  
Б. В систолу предсердий.

1 (см. стр. 18)

- А. Обратным ударом крови о смыкающиеся створки атриовентрикулярных клапанов в начале систолы желудочков.  
Б. В диастолу предсердий.

2 (см. стр. 24)

- А. Обратным ударом крови о створки полулунных клапанов после их захлопывания.  
Б. В общую паузу сердца.

3 (см. стр. 22)

- А. Сокращением предсердий во время их систолы.  
Б. В систолу желудочков.

4 (см. стр. 17)

## Вопрос 6

- А. Каково соотношение скорости движения крови в артериях и скорости распространения пульсовой волны?  
Б. Какова скорость распространения пульсовой волны у человека?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

- А. Совпадают.  
Б. 7—10 м/сек.

1 (см. стр. 17)

- А. Скорость движения крови выше скорости распространения пульсовой волны.  
Б. 0,5—0,6 м/сек.

2 (см. стр. 21)

- А. Скорость распространения пульсовой волны выше скорости движения крови.  
Б. 7—10 м/сек.

3 (см. стр. 23)

- А. В разных участках артериального русла соотношения различны.  
Б. 0,5—0,6 м/сек.

4 (см. стр. 22)

Со стр. 17

Вопрос 2

Ответ 1 — неверно

Со стр. 18

Вопрос 4

Ответ 3 — верно

Со стр. 21

Вопрос 9

Ответ 4 — верно

Со стр. 21

Вопрос 10

Ответ 1 — неверно

Со стр. 22

Вопрос 11

Ответ 4 — неверно

Со стр. 22

Вопрос 12

Ответ 3 — неверно

Со стр. 23

Вопрос 14

Ответ 1 — верно



## Вопрос 7

В каком из ответов перечислены наиболее важные факторы, обуславливающие возврат крови к сердцу?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

- А. Присасывающее действие грудной полости за счет возникающего в ней при вдохе отрицательного давления.
- Б. Разность давлений в грудной и брюшной полостях.
- В. Присасывающее действие сердца, возникающее во время диастолы.
- Г. Колебания стенок артерий, идущих рядом с венами, и наличие в последних клапанов.

1 (см. стр. 18)

- А. Остаточное давление, являющееся остатком движущей силы, сообщенной крови работой сердца (*vis à tergo*).
- Б. Присасывающее действие грудной полости за счет возникающего в ней при вдохе отрицательного давления.
- В. Разность давлений в грудной и брюшной полостях.
- Г. Сокращения скелетной и гладкой мускулатуры и наличие в венах клапанов.

2 (см. стр. 24)

- А. Присасывающее действие грудной полости за счет возникающего в ней при вдохе отрицательного давления.
- Б. Разность давлений в грудной и брюшной полостях.
- В. Присасывающее действие сердца, возникающее во время диастолы.
- Г. Сокращения скелетной и гладкой мускулатуры и наличие в венах клапанов.

3 (см. стр. 22)

- А. Остаточное давление, являющееся остатком движущей силы, сообщенной крови работой сердца (*vis à tergo*).
- Б. Сокращения скелетной и гладкой мускулатуры.
- В. Присасывающее действие сердца, возникающее во время диастолы.
- Г. Колебания стенок артерий, идущих рядом с венами.

4 (см. стр. 17)

## Вопрос 8

Какой из ответов правильно отражает влияние на просвет сосудов внутривенного введения адреналина?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

- Сосуды кишечника расширяются.
- Сосуды сердца расширяются.
- Сосуды кожи суживаются.
- Сосуды мозга суживаются.

1 (см. стр. 17)

- Сосуды кишечника расширяются.
- Сосуды сердца суживаются.
- Сосуды кожи расширяются.
- Сосуды мозга суживаются.

2 (см. стр. 23)

- Сосуды кишечника суживаются.
- Сосуды сердца расширяются.
- Сосуды кожи суживаются.
- Сосуды мозга расширяются.

3 (см. стр. 21)

- Сосуды кишечника суживаются.
- Сосуды сердца суживаются.
- Сосуды кожи расширяются.
- Сосуды мозга расширяются.

4 (см. стр. 24)

Со стр. 17

Вопрос 1

Ответ 3 — верно

Со стр. 17

Вопрос 2

Ответ 2 — неверно

Со стр. 18

Вопрос 3

Ответ 3 — верно

Со стр. 18

Вопрос 4

Ответ 4 — неверно

Со стр. 21

Вопрос 9

Ответ 2 — неверно

Со стр. 22

Вопрос 11

Ответ 2 — верно

Со стр. 23

Вопрос 13

Ответ 2 — верно

Со стр. 24

Вопрос 15

Ответ 2 — верно

**Вопрос 9**

Что лежит в основе методики реографии?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Преобразование связанных с работой сердца механических колебаний стенок сосудов в изменения емкостного эффекта.

1 (см. стр. 18)

Регистрация колебаний объема органов, возникающих в зависимости от кровенаполнения сосудов.

2 (см. стр. 20)

Регистрация изменений фототока, возникающих в зависимости от кровенаполнения сосудов.

3 (см. стр. 24)

Регистрация колебаний электрического сопротивления тканей, возникающих в зависимости от кровенаполнения сосудов.

4 (см. стр. 19)

**Вопрос 10**

Какие эффекты будут наблюдаться со стороны сердечно-сосудистой системы при стимуляции периферического конца пересеченного депрессорного нерва (n. depressor)?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Сердцебиения замедлятся.  
Сосуды раширяются.  
Давление крови понизится.

1 (см. стр. 19)

Сердцебиения учащаются.  
Сосуды сужаются.  
Давление крови повысится.

2 (см. стр. 18)

Частота сердцебиений не изменится.  
Тонус сосудов останется прежним.  
Давление крови не изменится.

3 (см. стр. 17)

Сердцебиения замедлятся.  
Сосуды сужаются.  
Давление крови не изменится.

4 (см. стр. 23)

**Со стр. 17**

Вопрос 2

Ответ 3 — верно

**Со стр. 18**

Вопрос 4

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 19**

Вопрос 6

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 20**

Вопрос 8

Ответ 3 — верно

**Со стр. 23**

Вопрос 13

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 23**

Вопрос 14

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 24**

Вопрос 15

Ответ 4 — неверно

### Вопрос 11

Что произойдет с сосудами уха кролика, если раздражать периферический конец перерезанного симпатического нерва?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Сосуды расширятся.

1 (см. стр. 18)

Сосуды сузятся.

2 (см. стр. 20)

Просвет сосудов не изменится.

3 (см. стр. 24)

Сосуды вначале сузятся, а затем расширятся.

4 (см. стр. 19)

### Вопрос 12

Отразится ли (и если да, то как) на тоне сосудов нижних конечностей человека двусторонняя перерезка пограничного симпатического ствола на уровне поясничных сегментов?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Тонус сосудов понизится.

1 (см. стр. 23)

Тонус сосудов не изменится.

2 (см. стр. 17)

Тонус сосудов повысится.

3 (см. стр. 19)

Тонус сосудов вначале не изменится, а в дальнейшем повысится.

4 (см. стр. 24)

**Со стр. 17**

Вопрос 1

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 18**

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 19**

Вопрос 5

Ответ 3 — верно

**Со стр. 19**

Вопрос 6

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 20**

Вопрос 7

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 23**

Вопрос 13

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 23**

Вопрос 14

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 24**

Вопрос 15

Ответ 3 — неверно



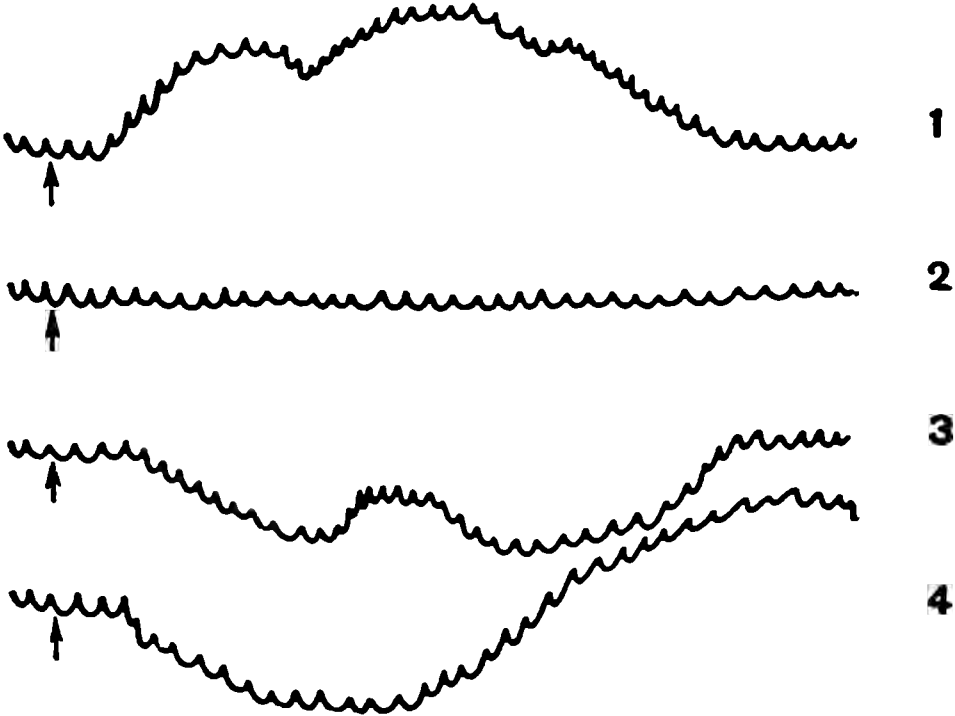
**Вопрос 13**

Если у животного искусственно вызвать падение артериального давления крови, то как это отразится на афферентной импульсации, отводимой от одиночного волокна синокаротидного нерва?

О т в е т ы:	Но м е р а о т в е т о в:
Частота импульсации возрастет. Амплитуда импульсов не изменится.	1 (см. стр. 18)
Частота импульсации снизится. Амплитуда импульсов не изменится.	2 (см. стр. 20)
Частота импульсации возрастет. Амплитуда импульсов увеличится.	3 (см. стр. 22)
Частота импульсации снизится. Амплитуда импульсов уменьшится.	4 (см. стр. 21)

**Вопрос 14**

Изменится ли (и если да, то как) плетизмограмма правой руки при нанесении теплового раздражения на левую руку?

О т в е т ы:	Но м е р а о т в е т о в:
<p>Плетизмограммы правой руки</p>  <p>1 2 3 4</p>	1 (см. стр. 19)
	2 (см. стр. 22)
	3 (см. стр. 17)
	4 (см. стр. 21)

- Стрелкой указан момент нанесения раздражения на левую руку

Со стр. 17
Вопрос 1
Ответ 4 — неверно
Со стр. 17
Вопрос 2
Ответ 4 — неверно
Со стр. 18
Вопрос 3
Ответ 4 — неверно
Со стр. 18
Вопрос 4
Ответ 2 — неверно
Со стр. 19
Вопрос 6
Ответ 3 — верно
Со стр. 20
Вопрос 8
Ответ 2 — неверно
Со стр. 21
Вопрос 10
Ответ 4 — неверно
Со стр. 22
Вопрос 12
Ответ 1 — верно

## Вопрос 15

- А. В какой из лимфатических протоков поступает лимфа от органов брюшной полости?
- Б. Какова скорость лимфатического тока в крупных лимфатических сосудах?

Ответы:

Номера  
ответов

А. В левый.

Б. 0,3 мм/мин.

1 (см. стр. 18)

А. В правый.

Б. 0,3 мм/мин.

2 (см. стр. 20)

А. В левый.

Б. 0,3 мм/сек.

3 (см. стр. 22)

А. В правый.

Б. 0,3 мм/сек.

4 (см. стр. 21)

**Со стр. 17**

Вопрос 1

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 18**

Вопрос 3

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 19**

Вопрос 5

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 20**

Вопрос 7

Ответ 2 — верно

**Со стр. 20**

Вопрос 8

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 21**

Вопрос 9

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 22**

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 22**

Вопрос 12

Ответ 4 — неверно

## РАЗДЕЛ IV. ДЫХАНИЕ

### Вопрос 1

- А. Какова величина внутриплеврального давления у взрослого человека в момент вдоха и в момент выдоха, если величина атмосферного давления равна 760 мм рт. ст.?
- Б. Что называется «внутренним» дыханием?

О т в е т ы:

Номера  
ответов:

- А. Вдох 753 мм рт. ст., выдох 756 мм рт. ст.
- Б. Обмен газами между кровью и альвеолярным воздухом.

1 (см. стр. 28)

- А. Вдох 756 мм рт. ст., выдох 753 мм рт. ст.
- Б. Обмен газами между кровью и тканями.

2 (см. стр. 30)

- А. Вдох 753 мм рт. ст., выдох 756 мм рт. ст.
- Б. Обмен газами между кровью и тканями.

3 (см. стр. 32)

- А. Вдох 756 мм рт. ст., выдох 753 мм рт. ст.
- Б. Обмен газами между кровью и альвеолярным воздухом.

4 (см. стр. 31)

### Вопрос 2

- А. Спирометрия показала, что жизненная емкость легких испытуемого равна 3800 см<sup>3</sup>. Из них объем дополнительного воздуха составляет 1700 см<sup>3</sup>, а резервного — 1500 см<sup>3</sup>. Сколько воздуха (приблизительно) поступит у этого человека в альвеолы за 1 минуту, если частота дыхания будет 18 в минуту?
- Б. Какой объем О<sub>2</sub> поглощает и какой объем СО<sub>2</sub> выделяет взрослый человек в состоянии покоя в процессе одного дыхательного движения?

О т в е т ы:

Номера  
ответов:

- А. 8100 см<sup>3</sup>.
- Б. О<sub>2</sub> — 20 см<sup>3</sup>; СО<sub>2</sub> — 16 см<sup>3</sup>.

1 (см. стр. 27)

- А. 10 800 см<sup>3</sup>.
- Б. О<sub>2</sub> — 20 см<sup>3</sup>; СО<sub>2</sub> — 16 см<sup>3</sup>.

2 (см. стр. 29)

- А. 8100 см<sup>3</sup>.
- Б. О<sub>2</sub> — 200 см<sup>3</sup>; СО<sub>2</sub> — 160 см<sup>3</sup>.

3 (см. стр. 31)

- А. 10 800 см<sup>3</sup>.
- Б. О<sub>2</sub> — 200 см<sup>3</sup>; СО<sub>2</sub> — 160 см<sup>3</sup>.

4 (см. стр. 30)

Со стр. 27

Вопрос 5

Ответ 4 — неверно

Со стр. 27

Вопрос 6

Ответ 1 — неверно

Со стр. 28

Вопрос 7

Ответ 4 — неверно

Со стр. 28

Вопрос 8

Ответ 1 — неверно

Со стр. 29

Вопрос 10

Ответ 1 — верно

Со стр. 31

Вопрос 14

Ответ 2 — верно



### Вопрос 3

Четыре человека (близкие по возрасту и телосложению) участвуют в беге на 1000 м. В конце дистанции минутный объем воздуха у **первого** составлял  $120\,000\text{ см}^3$  при частоте дыхания 40 в минуту, у **второго** —  $120\,000\text{ см}^3$  при частоте дыхания 80 в минуту, у **третьего** —  $60\,000\text{ см}^3$  при частоте дыхания 80 в минуту и у **четвертого** —  $60\,000\text{ см}^3$  при частоте дыхания 40 в минуту.

Кто из них является: А) наиболее тренированным; Б) наименее тренированным?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

А. Первый.

Б. Третий.

1 (см. стр. 28)

А. Первый.

Б. Второй.

2 (см. стр. 30)

А. Четвертый.

Б. Первый.

3 (см. стр. 32)

А. Четвертый.

Б. Третий.

4 (см. стр. 31)

### Вопрос 4

Определение показало, что жизненная емкость легких испытуемого равна  $3000\text{ см}^3$ . Из них объем дыхательного воздуха составляет  $400\text{ см}^3$ . Каковы у этого человека (приблизительно) объем альвеолярного воздуха (А) и коэффициент легочной вентиляции (Б)?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

А.  $1900\text{—}2200\text{ см}^3$ .

Б.  $\frac{1}{5}$ .

1 (см. стр. 27)

А.  $2300\text{—}2600\text{ см}^3$ .

Б.  $\frac{1}{9}$ .

2 (см. стр. 29)

А.  $2700\text{—}3000\text{ см}^3$ .

Б.  $\frac{1}{7}$ .

3 (см. стр. 31)

А.  $3100\text{—}3400\text{ см}^3$ .

Б.  $\frac{1}{8}$ .

4 (см. стр. 28)

Со стр. 27

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

Со стр. 28

Вопрос 7

Ответ 1 — неверно

Со стр. 28

Вопрос 8

Ответ 3 — неверно

Со стр. 29

Вопрос 9

Ответ 2 — неверно

Со стр. 30

Вопрос 11

Ответ 2 — верно

Со стр. 30

Вопрос 12

Ответ 2 — неверно

Со стр. 31

Вопрос 13

Ответ 1 — неверно

Со стр. 32

Вопрос 15

Ответ 1 — верно

**Вопрос 5**

Каков состав альвеолярного воздуха?

О т в е т ы:

Номера  
ответов:

O<sub>2</sub> — 16,4 %.  
CO<sub>2</sub> — 4,1 %.  
N<sub>2</sub> — 79,5 %.

1 (см. стр. 26)

O<sub>2</sub> — 14,5 %.  
CO<sub>2</sub> — 5,5 %.  
N<sub>2</sub> — 80 %.

2 (см. стр. 30)

O<sub>2</sub> — 16,4 %.  
CO<sub>2</sub> — 4,6 %.  
N<sub>2</sub> — 79,0 %.

3 (см. стр. 32)

O<sub>2</sub> — 20,96 %.  
CO<sub>2</sub> — 0,04 %.  
N<sub>2</sub> — 79 %.

4 (см. стр. 25)

**Вопрос 6**

- А. При какой разности парциальных напряжений O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> происходит (в обычных условиях) их обмен между альвеолярным воздухом и венозной кровью?
- Б. Если содержание газа в газовой смеси при общем давлении 760 мм рт. ст. составляет 14,5 %, то каково будет при этом его парциальное давление?

О т в е т ы:

Номера  
ответов:

А. O<sub>2</sub> — 110 мм рт. ст.  
CO<sub>2</sub> — 40 » » »  
Б. — 110 » » »

1 (см. стр. 25)

А. O<sub>2</sub> — 70 мм рт. ст.  
CO<sub>2</sub> — 6 » » »  
Б. — 107 » » »

2 (см. стр. 31)

А. O<sub>2</sub> — 110 мм рт. ст.  
CO<sub>2</sub> — 40 » » »  
Б. — 107 » » »

3 (см. стр. 30)

А. O<sub>2</sub> — 70 мм рт. ст.  
CO<sub>2</sub> — 6 » » »  
Б. — 110 » » »

4 (см. стр. 29)

**Со стр. 25**

Вопрос 2

Ответ 1 — верно

**Со стр. 26**

Вопрос 4

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 29**

Вопрос 9

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 29**

Вопрос 10

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 30**

Вопрос 11

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 30**

Вопрос 12

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 31**

Вопрос 14

Ответ 1 — неверно

### Вопрос 7

Чему равно парциальное напряжение  $O_2$  и  $CO_2$  в венозной крови?

Ответы:

Номера  
ответов:

$O_2$  — 110 мм рт. ст.

$CO_2$  — 40 » » »

1 (см. стр. 26)

$O_2$  — 159 мм рт. ст.

$CO_2$  — 0,2 » » »

2 (см. стр. 30)

$O_2$  — 40 мм рт. ст.

$CO_2$  — 46 » » »

3 (см. стр. 32)

$O_2$  — 124 мм рт. ст.

$CO_2$  — 31 » » »

4 (см. стр. 25)

### Вопрос 8

А. Какую функцию в процессах газообмена выполняет фермент карбоангидраза?

Б. В каких компонентах крови она содержится?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Ускоряет реакцию:  $H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$ .

Б. В плазме.

1 (см. стр. 25)

А. Ускоряет реакцию:  $H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$ .

Б. В эритроцитах.

2 (см. стр. 31)

А. Ускоряет реакцию:  $HbCO_2 \rightarrow CO_2 + Hb$ .

Б. В эритроцитах.

3 (см. стр. 26)

А. Ускоряет реакцию:  $HbCO_2 \rightarrow CO_2 + Hb$ .

Б. В плазме.

4 (см. стр. 29)

**Со стр. 25**

Вопрос 1

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 26**

Вопрос 3

Ответ 1 — верно

**Со стр. 26**

Вопрос 4

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 29**

Вопрос 9

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 30**

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 31**

Вопрос 13

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 31**

Вопрос 14

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 32**

Вопрос 15

Ответ 2 — неверно



**Со стр. 25**  
 Вопрос 2  
 Ответ 2 — неверно

---

**Со стр. 26**  
 Вопрос 4  
 Ответ 2 — верно

---

**Со стр. 27**  
 Вопрос 6  
 Ответ 4 — верно

---

**Со стр. 28**  
 Вопрос 8  
 Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 31**  
 Вопрос 13  
 Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 31**  
 Вопрос 14  
 Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 32**  
 Вопрос 15  
 Ответ 4 — неверно

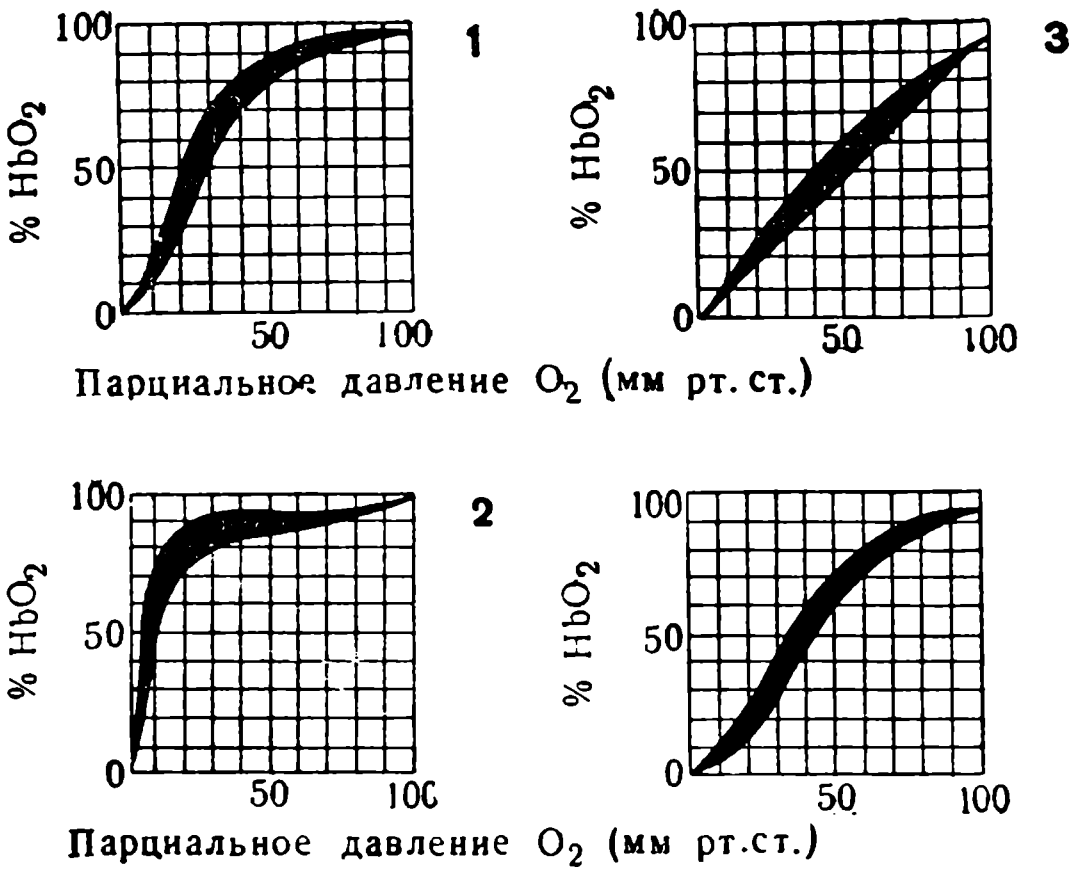
---

### Вопрос 9

Какой из графиков отражает средние значения отклонений кривой диссоциации оксигемоглобина для цельной крови человека?

Ответы:

Номера ответов:



1 (см. стр. 32)

2 (см. стр 26)

3 (см. стр. 28)

4 (см. стр. 27)

### Вопрос 10

Как влияет на реакции диссоциации оксигемоглобина ( $\text{HbO}_2 \rightarrow \text{Hb} + \text{O}_2$ ) и связывания гемоглобином кислорода ( $\text{O}_2 + \text{Hb} \rightarrow \text{HbO}_2$ ) повышение и понижение концентрации углекислоты в крови?

Ответы:

Номера ответов:

Характер изменений концентрации углекислоты	Эффект действия	Вид реакции
Повышение	Ускоряет	$\text{HbO}_2 \rightarrow \text{Hb} + \text{O}_2$
Понижение	Ускоряет	$\text{O}_2 + \text{Hb} \rightarrow \text{HbO}_2$
Повышение	Тормозит	$\text{HbO}_2 \rightarrow \text{Hb} + \text{O}_2$
Понижение	Тормозит	$\text{O}_2 + \text{Hb} \rightarrow \text{HbO}_2$
Повышение	Ускоряет	$\text{HbO}_2 \rightarrow \text{Hb} + \text{O}_2$
Понижение	Тормозит	$\text{O}_2 + \text{Hb} \rightarrow \text{HbO}_2$
Повышение	Тормозит	$\text{HbO}_2 \rightarrow \text{Hb} + \text{O}_2$
Понижение	Ускоряет	$\text{O}_2 + \text{Hb} \rightarrow \text{HbO}_2$

1 (см. стр. 25)

2 (см. стр. 27)

3 (см. стр. 31)

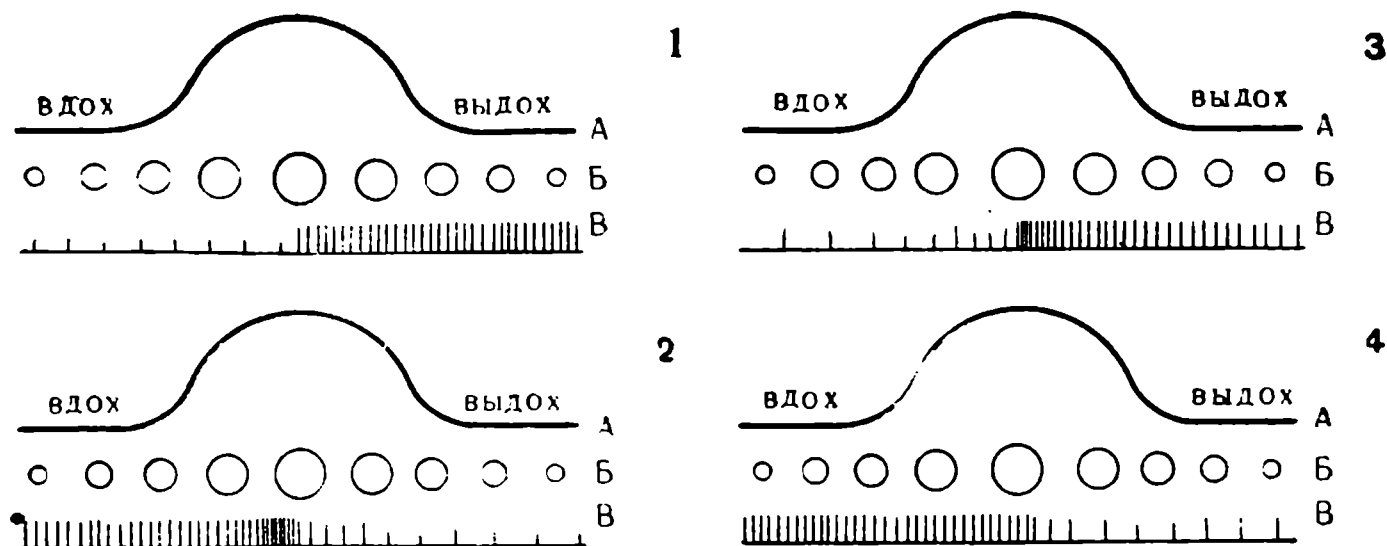
4 (см. стр. 32)

## Вопрос 11

Какая из схем дает правильное представление о соотношении фаз дыхания (А), объема легочных альвеол (Б) и характера афферентной импульсации по блуждающему нерву (В)?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 32)

2 (см. стр. 26)

3 (см. стр. 28)

4 (см. стр. 27)

Со стр. 25

Вопрос 1

Ответ 1 — неверно

Со стр. 25

Вопрос 2

Ответ 4 — неверно

Со стр. 26

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

Со стр. 27

Вопрос 5

Ответ 2 — верно

Со стр. 27

Вопрос 6

Ответ 3 — неверно

Со стр. 28

Вопрос 7

Ответ 2 — неверно

Со стр. 31

Вопрос 13

Ответ 3 — верно

Со стр. 32

Вопрос 15

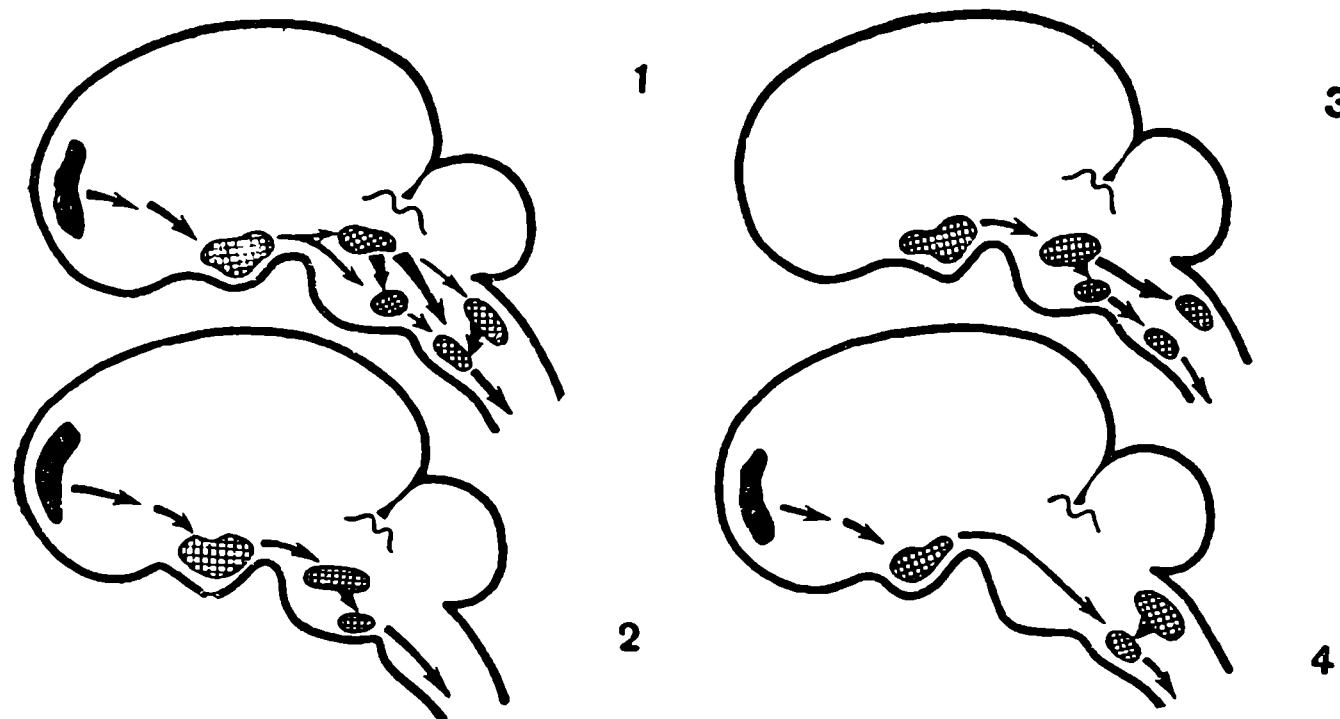
Ответ 3 — неверно

## Вопрос 12

Какая из приведенных схем дает наиболее правильное представление о функциональной структуре дыхательного центра?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 31)

2 (см. стр. 26)

3 (см. стр. 27)

4 (см. стр. 32)

**Со стр. 25**

Вопрос 1

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 25**

Вопрос 2

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 26**

Вопрос 3

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 26**

Вопрос 4

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 27**

Вопрос 6

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 28**

Вопрос 8

Ответ 2 — верно

**Со стр. 29**

Вопрос 10

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 30**

Вопрос 12

Ответ 1 — верно

### Вопрос 13

Как отразится на дыхании: А) двусторонняя перерезка блуждающих нервов; Б) стимуляция центрального конца перерезанного блуждающего нерва?

О т в е т ы:

Номера  
ответов:

А. Дыхание станет поверхностным и частым.

Б. Произойдет задержка дыхания.

1 (см. стр. 26)

А. Произойдет задержка дыхания.

Б. Дыхание станет более глубоким и редким.

2 (см. стр. 28)

А. Дыхание станет более глубоким и редким.

Б. Произойдет задержка дыхания.

3 (см. стр. 30)

А. Произойдет задержка дыхания.

Б. Дыхание станет поверхностным и частым.

4 (см. стр. 29)

### Вопрос 14

А. Какова основная причина развития гиперпноэ после произвольной задержки дыхания?

Б. Какова первоначальная причина развития горной болезни?

О т в е т ы:

Номера  
ответов:

А. Понижение содержания  $O_2$  в крови.

Б. Низкое парциальное давление  $O_2$ .

1 (см. стр. 27)

А. Повышение содержания  $CO_2$  в крови.

Б. Низкое парциальное давление  $O_2$ .

2 (см. стр. 25)

А. Понижение содержания  $O_2$  в крови.

Б. Низкое парциальное давление  $CO_2$ .

3 (см. стр. 28)

А. Повышение содержания  $CO_2$  в крови.

Б. Низкое парциальное давление  $CO_2$ .

4 (см. стр. 29)



## Вопрос 15

Как влияют на дыхание: А) гипокапния и аноксемия; Б) повышение и понижение давления крови?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

А. Гипокапния — дыхание тормозится; аноксемия — усиливается.

Б. Повышение давления — дыхание тормозится; понижение — усиливается.

1 (см. стр. 26)

А. Гипокапния — дыхание усиливается; аноксемия — усиливается.

Б. Повышение давления — дыхание тормозится; понижение — усиливается.

2 (см. стр. 28)

А. Гипокапния — дыхание тормозится; аноксемия — усиливается.

Б. Повышение давления — дыхание усиливается; понижение — тормозится.

3 (см. стр. 30)

А. Гипокапния — дыхание тормозится; аноксемия — тормозится.

Б. Повышение давления — дыхание усиливается; понижение — тормозится.

4 (см. стр. 29)

---

**Со стр. 25**

Вопрос 1

Ответ 3 — верно

---

**Со стр. 26**

Вопрос 3

Ответ 3 — неверно

---

**Со стр. 27**

Вопрос 5

Ответ 3 — неверно

---

**Со стр. 28**

Вопрос 7

Ответ 3 — верно

---

**Со стр. 29**

Вопрос 9

Ответ 1 — верно

---

**Со стр. 29**

Вопрос 10

Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 30**

Вопрос 11

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 30**

Вопрос 12

Ответ 4 — неверно

---

## РАЗДЕЛ V. ПИЩЕВАРЕНИЕ

### Вопрос 1

- А. Какие слюнные железы выделяют преимущественно серозный секрет?  
Б. Какие основные ферменты выделяются слюнными железами?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

- А. Околоушные железы.  
Б. Мальтаза, амилаза. 1 (см. стр. 40)
- А. Подчелюстные железы.  
Б. Мальтаза, энтерокиназа. 2 (см. стр. 38)
- А. Мелкие железы ротовой полости.  
Б. Липаза, мальтаза. 3 (см. стр. 36)
- А. Подъязычные железы.  
Б. Амилаза, липаза. 4 (см. стр. 39)

### Вопрос 2

- А. Какое влияние на слюноотделение оказывает раздражение периферического конца перерезанного нерва *chorda tympani*?  
Б. Какое вещество при его введении в кровь вызывает обильную секрецию слюны?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

- А. Слюноотделение не изменится.  
Б. Адреналин. 1 (см. стр. 35)
- А. Будет наблюдаться увеличенная секреция густой слюны, богатой белками и ферментами.  
Б. Атропин. 2 (см. стр. 38)
- А. Слюноотделение уменьшится.  
Б. Гистамин. 3 (см. стр. 39)
- А. Будет наблюдаться увеличенная секреция жидкой слюны.  
Б. Пилокарпин. 4 (см. стр. 37)

Со стр. 35

Вопрос 5

Ответ 4 — неверно

Со стр. 35

Вопрос 6

Ответ 3 — неверно

Со стр. 36

Вопрос 7

Ответ 4 — неверно

Со стр. 36

Вопрос 8

Ответ 2 — неверно

Со стр. 37

Вопрос 10

Ответ 3 — верно

Со стр. 38

Вопрос 12

Ответ 3 — верно

Со стр. 39

Вопрос 14

Ответ 1 — неверно

### Вопрос 3

Какова реакция слюны, желудочного сока и сока поджелудочной железы?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

рН слюны 0,8—1,5  
рН желудочного сока 7,4—8,0  
рН сока поджелудочной железы 7,1—8,2

1 (см. стр. 40)

рН слюны 7,4—8,0  
рН желудочного сока 7,1—8,2  
рН сока поджелудочной железы 0,8—1,5

2 (см. стр. 38)

рН слюны 7,4—8,0  
рН желудочного сока 0,8—1,5  
рН сока поджелудочной железы 7,1—8,2

3 (см. стр. 36)

рН слюны 7,1—8,2  
рН желудочного сока 7,4—8,0  
рН сока поджелудочной железы 0,8—1,5

4 (см. стр. 39)

### Вопрос 4

Какой из приведенных анализов кислотности желудочного сока (в единицах на 100 мл желудочного содержимого) соответствует норме?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Общая кислотность — 30  
Свободная HCl — 40  
Связанная HCl — 10

1 (см. стр. 37)

Общая кислотность — 80  
Свободная HCl — 40  
Связанная HCl — 0

2 (см. стр. 39)

Общая кислотность — 8  
Свободная HCl — 4  
Связанная HCl — 0

3 (см. стр. 40)

Общая кислотность — 50  
Свободная HCl — 30  
Связанная HCl — 15

4 (см. стр. 35)

Со стр. 35

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

Со стр. 36

Вопрос 7

Ответ 1 — неверно

Со стр. 37

Вопрос 9

Ответ 1 — верно

Со стр. 37

Вопрос 10

Ответ 1 — неверно

Со стр. 38

Вопрос 11

Ответ 1 — неверно

Со стр. 38

Вопрос 12

Ответ 2 — неверно

Со стр. 39

Вопрос 13

Ответ 1 — неверно

Со стр. 39

Вопрос 14

Ответ 4 — неверно

Со стр. 40

Вопрос 15

Ответ 1 — неверно



---

**Со стр. 33**

Вопрос 2

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 34**

Вопрос 4

Ответ 4 — верно

---

**Со стр. 37**

Вопрос 9

Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 38**

Вопрос 11

Ответ 4 — верно

---

**Со стр. 38**

Вопрос 12

Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 39**

Вопрос 14

Ответ 3 — верно

---

**Вопрос 5**

Какова основная роль гастрина?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Активирует ферменты поджелудочной железы.

1 (см. стр. 34)

Превращает в желудке пепсиноген в пепсин.

2 (см. стр. 40)

Стимулирует секрецию желудочного сока.

3 (см. стр. 38)

Стимулирует секрецию поджелудочной железы.

4 (см. стр. 33)

**Вопрос 6**

Какое вещество при его введении в кровь вызывает обильную секрецию желудочного сока?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Энтерогастрон.

1 (см. стр. 37)

Адреналин.

2 (см. стр. 38)

Атропин.

3 (см. стр. 33)

Гистамин.

4 (см. стр. 39)

### Вопрос 7

Какие условия способствуют открытию пилорического сфинктера желудка?

Ответы:

Номера  
ответов:

Наличие щелочной среды в пилорическом отделе желудка и кислой среды в двенадцатиперстной кишке.

1 (см. стр. 34)

Наличие кислой среды в пилорическом отделе желудка и щелочной среды в двенадцатиперстной кишке.

2 (см. стр. 40)

Наличие щелочной среды как в пилорическом отделе желудка, так и в двенадцатиперстной кишке.

3 (см. стр. 38)

Наличие кислой среды как в пилорическом отделе желудка, так и в двенадцатиперстной кишке.

4 (см. стр. 33)

### Вопрос 8

На какой из собак возможно наблюдать в чистом виде сложнорефлекторную фазу желудочной секреции?

Ответы:

Номера  
ответов:

На эзофаготомированной собаке с басовской фистулой.

1 (см. стр. 39)

На собаке с изолированным по Гейденгайну желудочком.

2 (см. стр. 33)

На собаке с басовской фистулой.

3 (см. стр. 37)

На собаке с изолированным по Павлову желудочком.

4 (см. стр. 40)

Со стр. 33

Вопрос 1

Ответ 3 — неверно

Со стр. 34

Вопрос 3

Ответ 3 — верно

Со стр. 37

Вопрос 9

Ответ 2 — неверно

Со стр. 37

Вопрос 10

Ответ 2 — неверно

Со стр. 38

Вопрос 11

Ответ 2 — неверно

Со стр. 39

Вопрос 13

Ответ 2 — неверно

Со стр. 40

Вопрос 15

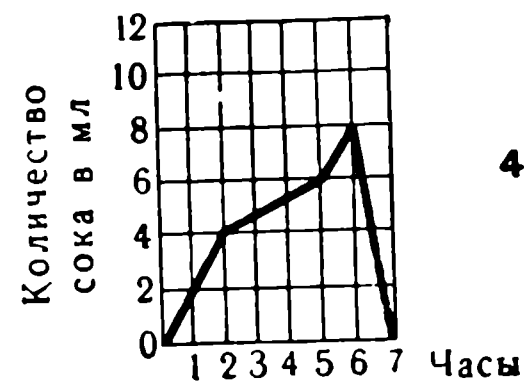
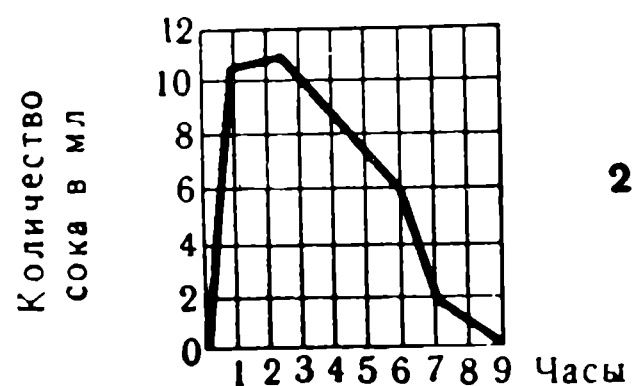
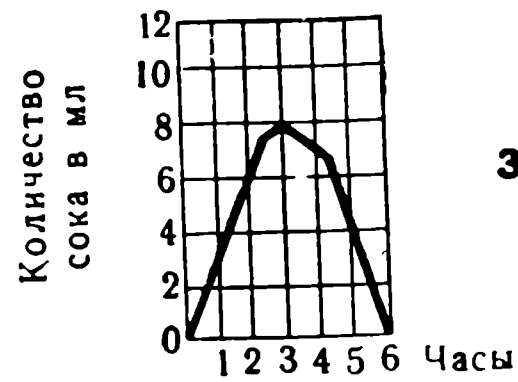
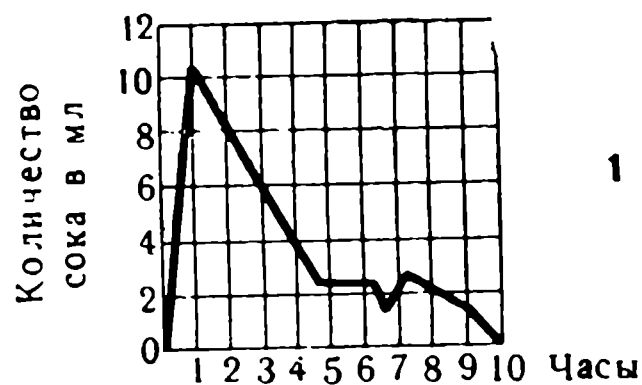
Ответ 2 — верно

## Вопрос 9

Какая из приведенных кривых секреции желудочного сока характерна для переваривания хлеба?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 34)

2 (см. стр. 36)

3 (см. стр. 40)

4 (см. стр. 35)

## Вопрос 10

- А. У какой из собак предварительная ваготомия будет препятствовать отделению желудочного сока во время кормления?
- Б. У какой из собак при кормлении будет наиболее длительный латентный период выделения желудочного сока?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. У собаки с изолированным желудочком по Гейденгайну.

Б. У собаки с эзофаготомией.

1 (см. стр. 34)

А. У собаки с фистулой желудка по Басову.

Б. У собаки с изолированным желудочком по Павлову.

2 (см. стр. 36)

А. У собаки с эзофаготомией.

Б. У собаки с изолированным желудочком по Гейденгайну.

3 (см. стр. 33)

А. У собаки с изолированным желудочком по Павлову.

Б. У собаки с фистулой желудка по Басову.

4 (см. стр. 39)

Со стр. 33

Вопрос 2

Ответ 4 — верно

Со стр. 34

Вопрос 4

Ответ 1 — неверно

Со стр. 35

Вопрос 6

Ответ 1 — неверно

Со стр. 36

Вопрос 8

Ответ 3 — неверно

Со стр. 39

Вопрос 13

Ответ 4 — неверно

Со стр. 39

Вопрос 14

Ответ 2 — неверно

Со стр. 40

Вопрос 15

Ответ 4 — неверно



### Вопрос 11

А. Какова роль секретина в процессе пищеварения?

Б. В каком случае будет иметь место активация секретина?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Стимулирует секрецию кишечного сока.

Б. При воздействии желчи на стенку двенадцатиперстной кишки.

1 (см. стр. 34)

А. Стимулирует секрецию желчи.

Б. При воздействии сока бруннеровских желез на стенку кишечника.

2 (см. стр. 36)

А. Стимулирует секрецию желудочного сока.

Б. При воздействии сока поджелудочной железы на стенку двенадцатиперстной кишки.

3 (см. стр. 40)

А. Стимулирует секрецию сока поджелудочной железы.

Б. При воздействии желудочного сока на стенку двенадцатиперстной кишки.

4 (см. стр. 35)

### Вопрос 12

При каких условиях трипсиноген переходит в трипсин?

Ответы:

Номера  
ответов:

Под влиянием соляной кислоты желудочного сока.

1 (см. стр. 39)

Под влиянием желчи.

2 (см. стр. 34)

При контакте со слизистой оболочкой двенадцатиперстной кишки.

3 (см. стр. 33)

Под влиянием ферментов желудочного сока.

4 (см. стр. 35)

Со стр. 33

Вопрос 1

Ответ 2 — неверно

Со стр. 33

Вопрос 2

Ответ 2 — неверно

Со стр. 34

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

Со стр. 35

Вопрос 5

Ответ 3 — верно

Со стр. 35

Вопрос 6

Ответ 2 — неверно

Со стр. 36

Вопрос 7

Ответ 3 — неверно

Со стр. 39

Вопрос 13

Ответ 3 — верно

Со стр. 40

Вопрос 15

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 33**

Вопрос 1

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 33**

Вопрос 2

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 34**

Вопрос 3

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 34**

Вопрос 4

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 35**

Вопрос 6

Ответ 4 — верно

**Со стр. 36**

Вопрос 8

Ответ 1 — верно

**Со стр. 37**

Вопрос 10

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 38**

Вопрос 12

Ответ 1 — неверно

**Вопрос 13**

Под воздействием какого фактора нерастворимые жирные кислоты превращаются в пищеварительном тракте в растворимые?

Ответы:

Номера  
ответов:

Под воздействием липазы сока поджелудочной железы. 1 (см. стр. 34)

Под воздействием липазы желудочного сока. 2 (см. стр. 36)

Под воздействием желчных кислот. 3 (см. стр. 38)

Под воздействием соляной кислоты желудочного сока. 4 (см. стр. 37)

**Вопрос 14**

А. Что вызывает набухание белков в пищеварительном тракте?

Б. При каком уровне сахара в крови здоровый человек ощущает чувство голода?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Ферменты.

Б. 70—80 мг%. 1 (см. стр. 33)

А. Желчь.

Б. 30—40 мг%. 2 (см. стр. 37)

А. Соляная кислота.

Б. 70—80 мг%. 3 (см. стр. 35)

А. Кишечный сок.

Б. 30—40 мг%. 4 (см. стр. 34)

### Вопрос 15

Как влияют указанные ниже вещества на моторику изолированного отрезка тонкого кишечника?

Ответы:

Номера  
ответов:

Адреналин усиливает; ацетилхолин тормозит.

1 (см. стр. 34)

Адреналин тормозит; ацетилхолин усиливает.

2 (см. стр. 36)

Адреналин не влияет; ацетилхолин усиливает.

3 (см. стр. 38)

Адреналин тормозит; ацетилхолин не влияет.

4 (см. стр. 37)

---

**Со стр. 33**

Вопрос 1

Ответ 1 — верно

---

**Со стр. 34**

Вопрос 3

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 34**

Вопрос 4

Ответ 3 — неверно

---

**Со стр. 35**

Вопрос 5

Ответ 2 — неверно

---

**Со стр. 36**

Вопрос 7

Ответ 2 — верно

---

**Со стр. 36**

Вопрос 8

Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 37**

Вопрос 9

Ответ 3 — неверно

---

**Со стр. 38**

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно

---



## РАЗДЕЛ VI. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

### Вопрос 1

Укажите нормальную величину физиологических калорических коэффициентов для жиров, белков и углеводов (в килокалориях на 1 г вещества)

**Со стр. 43**

Вопрос 5

Ответ 4 — верно

О т в е т ы:

Жиры — 9,3

Белки — 5,4

Углеводы — 4,1

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 48)

**Со стр. 43**

Вопрос 6

Ответ 3 — неверно

Жиры — 9,3

Белки — 4,1

Углеводы — 4,1

2 (см. стр. 46)

**Со стр. 44**

Вопрос 7

Ответ 4 — неверно

Жиры — 9,3

Белки — 4,1

Углеводы — 4,1

3 (см. стр. 44)

**Со стр. 44**

Вопрос 8

Ответ 2 — неверно

Жиры — 5,4

Белки — 4,1

Углеводы — 4,1

4 (см. стр. 47)

**Со стр. 45**

Вопрос 10

Ответ 3 — верно

### Вопрос 2

Какой из перечисленных калорических коэффициентов характерен для белков при сжигании их в калориметрической бомбе (в килокалориях на 1 г вещества)?

**Со стр. 46**

Вопрос 12

Ответ 1 — верно

О т в е т ы:

4,1.

5,4.

9,3.

8,6.

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 45)

2 (см. стр. 43)

3 (см. стр. 47)

4 (см. стр. 46)

**Со стр. 47**

Вопрос 14

Ответ 1 — неверно

### Вопрос 3

Какие преобразования белков, жиров и углеводов в организме являются экзотермическими?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Окисление в тканях до конечных продуктов.

1 (см. стр. 48)

Синтез белков, жиров и углеводов в тканях.

2 (см. стр. 46)

Реакции, связанные с процессами всасывания белков, жиров и углеводов.

3 (см. стр. 44)

Ферментативное расщепление в пищеварительном тракте.

4 (см. стр. 47)

### Вопрос 4

Что лежит в основе прямой физиологической калориметрии?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Учет количества выделенного  $\text{CO}_2$ .

1 (см. стр. 43)

Непосредственное измерение количества выделяемого организмом тепла.

2 (см. стр. 45)

Учет количества выделенного организмом  $\text{CO}_2$  и поглощенного  $\text{O}_2$ .

3 (см. стр. 47)

Учет количества поглощенного  $\text{O}_2$ .

4 (см. стр. 48)

---

**Со стр. 43**

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 43**

Вопрос 6

Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 44**

Вопрос 7

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 45**

Вопрос 9

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 46**

Вопрос 11

Ответ 1 — верно

---

**Со стр. 47**

Вопрос 13

Ответ 1 — верно

---

**Со стр. 47**

Вопрос 14

Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 48**

Вопрос 15

Ответ 1 — неверно

---

### Вопрос 5

В каком случае при потреблении 1 л кислорода в организме окисляется большее число молекул вещества?

О т в е т ы:

Номера  
ответов:

При окислении смеси равных количеств белков, жиров и углеводов.

1 (см. стр. 42)

При окислении жиров.

2 (см. стр. 48)

При окислении белков.

3 (см. стр. 46)

При окислении углеводов.

4 (см. стр. 41)

### Вопрос 6

Что называется дыхательным коэффициентом?

О т в е т ы:

Номера  
ответов:

Отношение количества выдыхаемого  $\text{CO}_2$  к количеству вдыхаемого  $\text{O}_2$ .

1 (см. стр. 45)

Отношение количества выделенного  $\text{CO}_2$  к количеству поглощенного  $\text{O}_2$ .

2 (см. стр. 47)

Отношение количества выдыхаемого  $\text{O}_2$  к количеству вдыхаемого  $\text{CO}_2$ .

3 (см. стр. 41)

Отношение количества поглощенного  $\text{O}_2$  к количеству выделенного  $\text{CO}_2$ .

4 (см. стр. 42)

Со стр. 41

Вопрос 2

Ответ 2 — верно

Со стр. 42

Вопрос 4

Ответ 1 — неверно

Со стр. 45

Вопрос 9

Ответ 4 — неверно

Со стр. 45

Вопрос 10

Ответ 2 — неверно

Со стр. 46

Вопрос 11

Ответ 4 — неверно

Со стр. 46

Вопрос 12

Ответ 2 — неверно

Со стр. 47

Вопрос 14

Ответ 2 — верно



### Вопрос 7

Какая величина дыхательного коэффициента характерна для окисления:  
А) белков; Б) жиров?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

А. 0,7.

1 (см. стр. 42)

Б. 0,8.

А. 0,8.

2 (см. стр. 48)

Б. 0,9.

А. 0,8.

3 (см. стр. 46)

Б. 0,7.

А. 0,9.

4 (см. стр. 41)

Б. 0,7.

**Со стр. 41**

Вопрос 1

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 42**

Вопрос 3

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 45**

Вопрос 9

Ответ 2 — неверно

### Вопрос 8

При окислении какого из питательных веществ калорический коэффициент кислорода имеет наибольшую величину?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

При окислении белков.

1 (см. стр. 47)

При окислении жиров.

2 (см. стр. 41)

При окислении смеси равных количеств белков, жиров и углеводов.

3 (см. стр. 46)

При окислении углеводов.

2 (см. стр. 45)

**Со стр. 46**

Вопрос 11

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 46**

Вопрос 12

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 47**

Вопрос 13

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 48**

Вопрос 15

Ответ 2 — неверно

**Вопрос 9**

Какова должна быть средняя энергетическая ценность суточного рациона для студентов-медиков?

О т в е т ы:	Но м е р а о т в е т о в:
5000 ккал.	1 (см. стр. 42)
4000 ккал.	2 (см. стр. 44)
3000 ккал.	3 (см. стр. 48)
2000 ккал.	4 (см. стр. 43)

**Со стр. 41**  
Вопрос 2  
Ответ 1 — неверно

**Со стр. 42**  
Вопрос 4  
Ответ 2 — верно

**Со стр. 43**  
Вопрос 6  
Ответ 1 — неверно

**Со стр. 44**  
Вопрос 8  
Ответ 4 — верно

**Со стр. 47**  
Вопрос 13  
Ответ 4 — неверно

**Со стр. 47**  
Вопрос 14  
Ответ 3 — неверно

**Со стр. 48**  
Вопрос 15  
Ответ 4 — неверно

**Вопрос 10**

Каков примерно расход энергии у лиц, занимающихся тяжелым физическим трудом?

О т в е т ы:	Но м е р а о т в е т о в:
2000 ккал.	1 (см. стр. 47)
3000 ккал.	2 (см. стр. 43)
5000 ккал.	3 (см. стр. 41)
8000 ккал.	4 (см. стр. 44)

## Вопрос 11

Каковы научно обоснованные и принятые в Советском Союзе нормы суточного содержания в пище белков, жиров и углеводов для лиц умственного труда?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Белки — 109 г  
Жиры — 106 »  
Углеводы — 433 »

1 (см. стр. 42)

**Со стр. 41**

Вопрос 1

Ответ 2 — верно

Белки — 122 г  
Жиры — 116 »  
Углеводы — 491 »

2 (см. стр. 44)

**Со стр. 41**

Вопрос 2

Ответ 4 — неверно

Белки — 141 г  
Жиры — 134 »  
Углеводы — 558 »

3 (см. стр. 48)

**Со стр. 42**

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

Белки — 163 г  
Жиры — 153 »  
Углеводы — 631 »

4 (см. стр. 43)

**Со стр. 43**

Вопрос 5

Ответ 3 — неверно

## Вопрос 12

А. Какова примерная суточная потребность взрослого человека в NaCl?

Б. Каково общее количество воды, необходимое взрослому человеку в сутки (при нормальном температурном режиме и отсутствии больших физических нагрузок)?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

А. 10 г.  
Б. 2,5—3 л.

1 (см. стр. 41)

**Со стр. 44**

Вопрос 7

Ответ 3 — верно

А. 20 г.  
Б. 4,5—5 л.

2 (см. стр. 43)

**Со стр. 44**

Вопрос 8

Ответ 3 — неверно

А. 10 г.  
Б. 4,5—5 л.

3 (см. стр. 44)

**Со стр. 47**

Вопрос 13

Ответ 3 — неверно

А. 20 г.  
Б. 2,5—3 л.

4 (см. стр. 48)

**Со стр. 48**

Вопрос 15

Ответ 3 — верно



### Вопрос 13

В каком случае у человека будет наблюдаться отрицательный азотистый баланс?

Ответы:

Номера  
ответов:

При значительном снижении содержания белков в пище.

1 (см. стр. 42)

При беременности.

2 (см. стр. 44)

В период роста.

3 (см. стр. 46)

При значительном увеличении содержания белков в пище.

4 (см. стр. 45)

Со стр. 41

Вопрос 1

Ответ 4 — неверно

Со стр. 41

Вопрос 2

Ответ 3 — неверно

Со стр. 42

Вопрос 3

Ответ 4 — неверно

Со стр. 42

Вопрос 4

Ответ 3 — неверно

Со стр. 43

Вопрос 6

Ответ 2 — верно

Со стр. 44

Вопрос 8

Ответ 1 — неверно

Со стр. 45

Вопрос 10

Ответ 1 — неверно

### Вопрос 14

В каком случае в организме человека наблюдается положительный азотистый баланс?

Ответы:

Номера  
ответов:

В старческом возрасте.

1 (см. стр. 41)

В период роста.

2 (см. стр. 43)

При голодании.

3 (см. стр. 45)

При длительных и интенсивных физических нагрузках (участие в походах, тренировки и т. д.).

4 (см. стр. 42)

### Вопрос 15

Какой гормон способствует образованию гликогена в печени и лучшей утилизации глюкозы из крови тканями?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Адреналин.

1 (см. стр. 42)

Тироксин.

2 (см. стр. 44)

Инсулин.

3 (см. стр. 46)

Глюкагон.

4 (см. стр. 45)

---

**Со стр. 41**

Вопрос 1

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 42**

Вопрос 3

Ответ 1 — верно

---

**Со стр. 42**

Вопрос 4

Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 43**

Вопрос 5

Ответ 2 — неверно

---

**Со стр. 44**

Вопрос 7

Ответ 2 — неверно

---

**Со стр. 45**

Вопрос 9

Ответ 3 — верно

---

**Со стр. 46**

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно

---

**Со стр. 46**

Вопрос 12

Ответ 4 — неверно

---

## РАЗДЕЛ VII. ВЫДЕЛЕНИЕ И ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

### Вопрос 1

Чему в среднем равен диурез у человека в нормальных условиях в 1 минуту?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

0,1 мл.

1 (см. стр. 56)

1 мл.

2 (см. стр. 54)

10 мл.

3 (см. стр. 52)

100 мл.

4 (см. стр. 55)

### Вопрос 2

Какой из приводимых анализов мочи соответствует норме?

Показатели	О т в е т ы   и   н о м е р а   о т в е т о в:			
	1 (см. стр. 51)	2 (см. стр. 53)	3 (см. стр. 54)	4 (см. стр. 55)
Цвет	Бледно-желтый	Соломенно-желтый	Желтый	Соломенно-желтый
Удельный вес	1,035	1,025	1,025	1,040
Реакция	Кислая	Кислая	Кислая	Кислая
Белок	2 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>	Нет	Нет	Нет
Сахар	Нет	Нет	Нет	2%
Осадок	Незначительное количество	Нет	Нет	Нет
Эпителиальные клетки	Единичные в поле зрения	Единичные в поле зрения	Нет	Единичные в поле зрения
Лейкоциты	10—12	Нет	Нет	Нет
Эритроциты	Нет	Нет	4—8 в поле зрения	Нет
Цилиндры	8—10 в поле зрения	Нет	Нет	Нет
Бактерии	Нет	Нет	Нет	Нет

**Со стр. 51**

Вопрос 5

Ответ 4 — верно

**Со стр. 51**

Вопрос 6

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 52**

Вопрос 7

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 52**

Вопрос 8

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 53**

Вопрос 10

Ответ 3 — верно

**Со стр. 54**

Вопрос 12

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 55**

Вопрос 14

Ответ 2 — неверно



### Вопрос 3

При каком уровне общего кровяного давления в почках прекращается образование мочи?

О т в е т ы:

40—50 мм рт. ст.

50—60 мм рт. ст.

60—70 мм рт. ст.

70—80 мм рт. ст.

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 56)

2 (см. стр. 54)

3 (см. стр. 52)

4 (см. стр. 55)

### Вопрос 4

Что называется фильтрационным давлением?

О т в е т ы:

Разность между онкотическим давлением крови в капиллярах и суммой гидростатического и внутривисцерального давления.

Разность между внутривисцеральным давлением крови и суммой онкотического и гидростатического давления в капиллярах.

Разность между суммой онкотического и внутривисцерального давления и гидростатическим давлением крови в капиллярах.

Разность между гидростатическим давлением крови в капиллярах и суммой онкотического и внутривисцерального давления.

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 53)

2 (см. стр. 55)

3 (см. стр. 56)

4 (см. стр. 51)

Со стр. 51

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

Со стр. 52

Вопрос 7

Ответ 1 — верно

Со стр. 52

Вопрос 8

Ответ 2 — неверно

Со стр. 53

Вопрос 9

Ответ 1 — неверно

Со стр. 53

Вопрос 10

Ответ 1 — неверно

Со стр. 54

Вопрос 11

Ответ 1 — неверно

Со стр. 54

Вопрос 12

Ответ 4 — неверно

Со стр. 55

Вопрос 13

Ответ 1 — неверно

Со стр. 56

Вопрос 15

Ответ 1 — верно

**Со стр. 49**  
Вопрос 2  
Ответ 1 — неверно

**Со стр. 50**  
Вопрос 4  
Ответ 4 — верно

**Со стр. 53**  
Вопрос 9  
Ответ 4 — неверно

**Со стр. 54**  
Вопрос 11  
Ответ 4 — верно

**Со стр. 54**  
Вопрос 12  
Ответ 3 — неверно

**Со стр. 55**  
Вопрос 14  
Ответ 1 — верно

### Вопрос 5

Какова средняя величина фильтрационного давления у человека?

Ответы:

Номера  
ответов:

10 мм рт. ст.

1 (см. стр. 50)

70 мм рт. ст.

2 (см. стр. 56)

100 мм рт. ст.

3 (см. стр. 54)

40 мм рт. ст.

4 (см. стр. 49)

### Вопрос 6

В каком из приведенных случаев соотношений величин кровяного давления (КД), онкотического давления (ОД) и внутрисочечного давления (ПД) будет осуществляться диурез?

Ответы:

Номера  
ответов:

$ОД > КД - ОД$ .

1 (см. стр. 53)

$КД < ОД + ПД$ .

2 (см. стр. 49)

$ОД = КД - ПД$ .

3 (см. стр. 56)

$КД > ОД + ПД$ .

4 (см. стр. 55)

### Вопрос 7

Каково содержание сахара в моче, если известно, что уровень сахара в крови человека равен 60 мг%?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Полное отсутствие сахара в моче.

1 (см. стр. 50)

Высокое содержание сахара в моче.

2 (см. стр. 56)

Следы сахара в моче.

3 (см. стр. 54)

Небольшое количество сахара в моче.

4 (см. стр. 49)

### Вопрос 8

Какое влияние на процессы облигатной и факультативной реабсорбции воды в почках оказывает повышенная секреция антидиуретического гормона?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Вызывает увеличение облигатной реабсорбции воды.

1 (см. стр. 49)

Вызывает уменьшение облигатной реабсорбции воды.

2 (см. стр. 50)

Вызывает уменьшение факультативной реабсорбции воды.

3 (см. стр. 55)

Вызывает увеличение факультативной реабсорбции воды.

4 (см. стр. 53)

Со стр. 49

Вопрос 1

Ответ 3 — неверно

Со стр. 50

Вопрос 3

Ответ 3 — неверно

Со стр. 53

Вопрос 9

Ответ 2 — неверно

Со стр. 53

Вопрос 10

Ответ 4 — неверно

Со стр. 54

Вопрос 11

Ответ 2 — неверно

Со стр. 55

Вопрос 13

Ответ 2 — неверно

Со стр. 55

Вопрос 14

Ответ 4 — неверно

Со стр. 56

Вопрос 15

Ответ 2 — неверно



**Со стр. 49**  
Вопрос 2  
Ответ 2 — верно

**Со стр 50**  
Вопрос 4  
Ответ 1 — неверно

**Со стр 51**  
Вопрос 6  
Ответ 1 — неверно

**Со стр 52**  
Вопрос 8  
Ответ 4 — верно

**Со стр. 55**  
Вопрос 13  
Ответ 4 — неверно

**Со стр 55**  
Вопрос 14  
Ответ 3 — неверно

**Со стр. 56**  
Вопрос 15  
Ответ 4 — неверно

**Вопрос 9**

Какие реакции мускулатуры мочевого пузыря будут наблюдаться при раздражении n. pelvici?

О т в е т ы:	Но м е р а о т в е т о в:
Расслабление детрузора и сокращение сфинктера.	1 (см. стр. 50)
Сокращение детрузора и сокращение сфинктера.	2 (см. стр. 52)
Сокращение детрузора и расслабление сфинктера.	3 (см. стр. 56)
Расслабление детрузора и сокращение сфинктера.	4 (см. стр. 51)

**Вопрос 10**

Как изменяется теплопродукция и теплоотдача у гомойотермных животных при понижении температуры внешней среды?

О т в е т ы:	Но м е р а о т в е т о в:
Теплопродукция уменьшается. Теплоотдача увеличивается.	1 (см. стр. 50)
Теплопродукция уменьшается. Теплоотдача уменьшается.	2 (см. стр. 55)
Теплопродукция увеличивается. Теплоотдача уменьшается.	3 (см. стр. 49)
Теплопродукция увеличивается. Теплоотдача увеличивается.	4 (см. стр. 52)

### Вопрос 11

Какое количество тепла теряется организмом при испарении с поверхности кожи 1 г воды?

О т в е т ы:

56 ккал.

5,6 ккал.

0,056 ккал.

0,56 ккал.

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 50)

2 (см. стр. 52)

3 (см. стр. 56)

4 (см. стр. 51)

### Вопрос 12

Какие из перечисленных органов играют главную роль в теплопродукции?

О т в е т ы:

Мышцы.

Печень.

Желудочно-кишечный тракт.

Мышцы.

Печень.

Кожа.

Печень.

Сердце.

Легкие.

Печень.

Желудочно-кишечный тракт.

Легкие.

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 55)

2 (см. стр. 49)

3 (см. стр. 51)

4 (см. стр. 50)

Со стр. 49

Вопрос 1

Ответ 2 — верно

Со стр. 49

Вопрос 2

Ответ 3 — неверно

Со стр. 50

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

Со стр. 51

Вопрос 5

Ответ 3 — неверно

Со стр. 52

Вопрос 7

Ответ 3 — неверно

Со стр. 55

Вопрос 13

Ответ 3 — верно

Со стр. 56

Вопрос 15

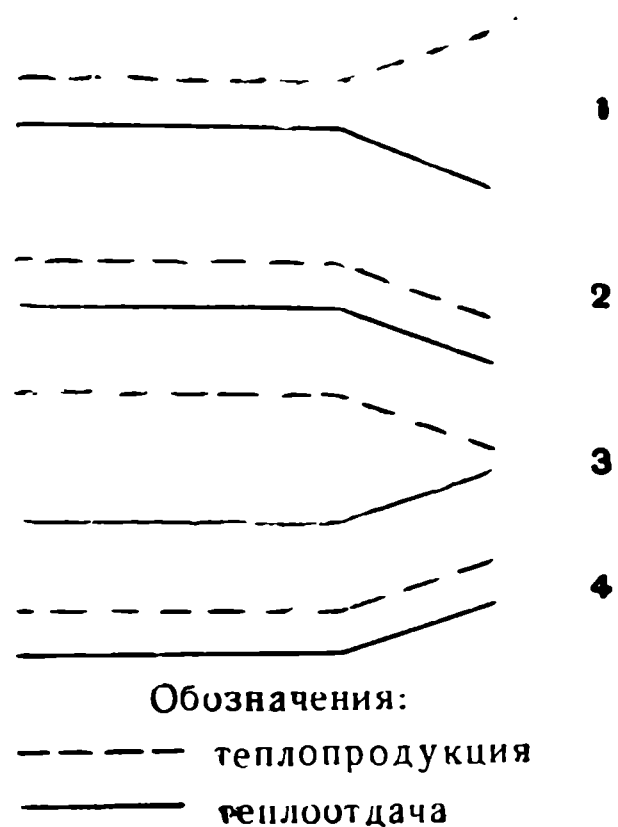
Ответ 3 — неверно

### Вопрос 13

Какая из приведенных схем иллюстрирует изменения теплопродукции и теплоотдачи у гомойотермных животных при повышении температуры внешней среды?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 50)

2 (см. стр. 52)

3 (см. стр. 54)

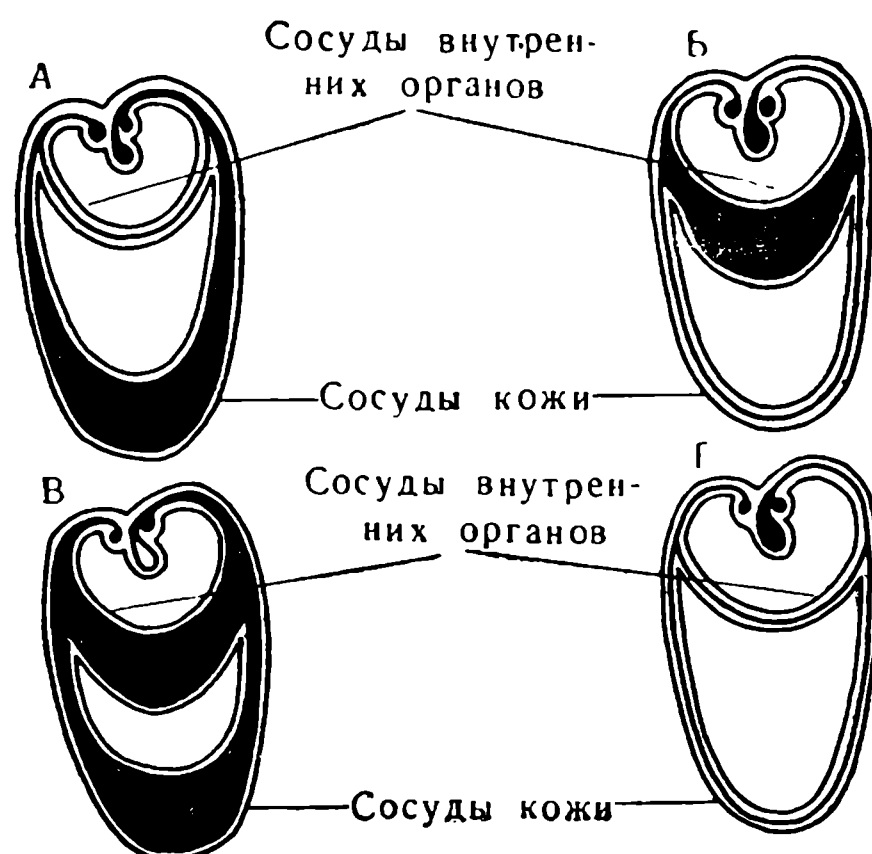
4 (см. стр. 53)

### Вопрос 14

Какая из приведенных схем перераспределения крови характерна для процесса теплоотдачи в условиях высокой температуры внешней среды?

Ответы:

Номера  
ответов:



А — 1

1 (см. стр. 51)

Б — 2

2 (см. стр. 49)

В — 3

3 (см. стр. 53)

Г — 4

4 (см. стр. 52)

Со стр. 49

Вопрос 1

Ответ 4 — неверно

Со стр. 49

Вопрос 2

Ответ 4 — неверно

Со стр. 50

Вопрос 3

Ответ 4 — неверно

Со стр. 50

Вопрос 4

Ответ 2 — неверно

Со стр. 51

Вопрос 6

Ответ 4 — верно

Со стр. 52

Вопрос 8

Ответ 3 — неверно

Со стр. 53

Вопрос 10

Ответ 2 — неверно

Со стр. 54

Вопрос 12

Ответ 1 — верно



### Вопрос 15

В каком из перечисленных отделов центральной нервной системы заложены основные центры терморегуляции?

Ответы:

Номера  
ответов:

В гипоталамусе.

1 (см. стр. 50)

В таламусе.

2 (см. стр. 52)

В мозжечке.

3 (см. стр. 54)

В подкорковых ганглиях.

4 (см. стр. 53)

---

**Со стр. 49**

Вопрос 1

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 50**

Вопрос 3

Ответ 1 — верно

---

**Со стр. 50**

Вопрос 4

Ответ 3 — неверно

---

**Со стр. 51**

Вопрос 5

Ответ 2 — неверно

---

**Со стр. 51**

Вопрос 6

Ответ 3 — неверно

---

**Со стр. 52**

Вопрос 7

Ответ 2 — неверно

---

**Со стр. 53**

Вопрос 9

Ответ 3 — верно

---

**Со стр. 54**

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно

---

## РАЗДЕЛ VIII. ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

### Вопрос 1

В каком из ответов наиболее правильно перечислены основные отличия вегетативной нервной системы от соматической?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Высокая возбудимость.  
Высокая хронаксия.  
Продолжительная рефрактерная фаза.  
Низкая скорость проведения возбуждения.

1 (см. стр. 64)

Низкая возбудимость.  
Высокая хронаксия.  
Продолжительная рефрактерная фаза.  
Низкая скорость проведения возбуждения.

2 (см. стр. 62)

Низкая возбудимость.  
Короткая рефрактерная фаза.  
Высокая хронаксия.  
Низкая скорость проведения возбуждения.

3 (см. стр. 60)

Низкая возбудимость.  
Низкая хронаксия.  
Продолжительная рефрактерная фаза.  
Высокая скорость проведения возбуждения.

4 (см. стр. 63)

### Вопрос 2

В каком из ответов правильно перечислены основные отличия парасимпатической нервной системы от симпатической?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Экстрамуральное расположение ганглиев.  
Наличие медиаторов только холинергической природы.  
Более быстрое наступление эффекта после начала раздражения.  
Длительный эффект действия.

1 (см. стр. 59)

Интрамуральное расположение ганглиев.  
Наличие медиаторов только адренергической природы.  
Более быстрое наступление эффекта после начала раздражения.  
Длительный эффект действия.

2 (см. стр. 63)

Интрамуральное расположение ганглиев.  
Наличие медиаторов только холинергической природы.  
Более быстрое наступление эффекта после начала раздражения.  
Кратковременный эффект действия.

3 (см. стр. 61)

Интрамуральное расположение ганглиев.  
Наличие медиаторов только адренергической природы.  
Медленное наступление эффекта после начала раздражения.  
Кратковременный эффект действия.

4 (см. стр. 62)

Со стр. 59

Вопрос 5

Ответ 4 — неверно

Со стр. 60

Вопрос 7

Ответ 4 — верно

Со стр. 60

Вопрос 8

Ответ 2 — неверно

Со стр. 61

Вопрос 10

Ответ 3 — верно

Со стр. 62

Вопрос 12

Ответ 1 — неверно

Со стр. 63

Вопрос 14

Ответ 1 — неверно

### Вопрос 3

Имеет ли вегетативная нервная система обособленные: А) центростремительные пути; Б) центробежные пути?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Не имеет.

Б. Имеет.

1 (см. стр. 64)

А. Имеет.

Б. Не имеет.

2 (см. стр. 62)

А. Имеет.

Б. Имеет.

3 (см. стр. 60)

А. Не имеет.

Б. Не имеет.

4 (см. стр. 63)

### Вопрос 4

Где расположены низшие центры парасимпатической нервной системы?

Ответы:

Номера  
ответов:

В среднем мозге, в продолговатом мозге и в крестцовом отделе спинного мозга.

1 (см. стр. 59)

В среднем мозге, в боковых рогах грудного и поясничного отделов спинного мозга.

2 (см. стр. 61)

В боковых рогах грудного и поясничного отделов спинного мозга.

3 (см. стр. 63)

В продолговатом мозге и боковых рогах грудного и поясничного отделов спинного мозга.

4 (см. стр. 60)

---

Со стр. 59

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

---

Со стр. 59

Вопрос 6

Ответ 4 — неверно

---

Со стр. 60

Вопрос 7

Ответ 1 — неверно

---

Со стр. 61

Вопрос 9

Ответ 1 — верно

---

Со стр. 61

Вопрос 10

Ответ 1 — неверно

---

Со стр. 62

Вопрос 11

Ответ 1 — неверно

---

Со стр. 63

Вопрос 13

Ответ 1 — верно

---

Со стр. 64

Вопрос 15

Ответ 1 — верно

---



**Со стр. 57**

Вопрос 2

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 58**

Вопрос 4

Ответ 1 — верно

**Со стр. 61**

Вопрос 9

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 61**

Вопрос 10

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 62**

Вопрос 11

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 62**

Вопрос 12

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 63**

Вопрос 14

Ответ 4 — верно

**Вопрос 5**

В каком из ответов перечислены реакции, наблюдаемые в организме при возбуждении парасимпатического отдела вегетативной нервной системы?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Расширение зрачка.  
Учащение сердечных сокращений.  
Повышение артериального давления.  
Гипергликемия.  
Ослабление моторики тонкого кишечника.

1 (см. стр. 58)

Сужение зрачка.  
Замедление сердечных сокращений.  
Сужение коронарных артерий.  
Усиление моторики кишечника.  
Расслабление сфинктера мочевого пузыря.

2 (см. стр. 64)

Расширение зрачка.  
Учащение сердечных сокращений.  
Повышение артериального давления.  
Сужение коронарных артерий.  
Ослабление моторики тонкого кишечника.

3 (см. стр. 62)

Сужение зрачка.  
Замедление сердечных сокращений.  
Понижение артериального давления.  
Сужение коронарных артерий.  
Ослабление моторики тонкого кишечника.

4 (см. стр. 57)

**Вопрос 6**

- А. Возможно ли раздражением пограничного симпатического ствола вызвать изменения двигательных спинномозговых рефлексов?  
Б. Какого рода влияния оказывает на соматическую нервную систему вегетативная система?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

- А. Да.  
Б. Трофические.

1 (см. стр. 63)

- А. Да.  
Б. Пусковые (функциональные).

2 (см. стр. 61)

- А. Нет.  
Б. Трофические.

3 (см. стр. 64)

- А. Нет.  
Б. Пусковые (функциональные).

4 (см. стр. 58)

### Вопрос 7

В каком из приводимых ответов перечислены реакции, наблюдаемые в организме при возбуждении симпатического отдела вегетативной нервной системы?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

Сужение зрачка.  
Замедление сердечных сокращений.  
Понижение артериального давления.  
Гипогликемия.  
Усиление моторики тонкого кишечника.

1 (см. стр. 58)

Расширение зрачка.  
Учащение сердечных сокращений.  
Повышение артериального давления.  
Гипогликемия.  
Усиление моторики тонкого кишечника.

2 (см. стр. 64)

Сужение зрачка.  
Замедление сердечных сокращений.  
Понижение артериального давления.  
Гипергликемия.  
Ослабление моторики тонкого кишечника.

3 (см. стр. 62)

Расширение зрачка.  
Учащение сердечных сокращений.  
Повышение артериального давления.  
Гипергликемия.  
Ослабление моторики тонкого кишечника.

4 (см. стр. 57)

### Вопрос 8

Где расположены низшие центры симпатической нервной системы?

О т в е т ы:

Но м е р а  
о т в е т о в:

В среднем мозге, в продолговатом мозге и в крестцовом отделе спинного мозга

1 (см. стр. 63)

В продолговатом мозге и крестцовом отделе спинного мозга.

2 (см. стр. 57)

В боковых рогах грудного и поясничного отделов спинного мозга.

3 (см. стр. 61)

В передних рогах грудного и поясничного отделов спинного мозга.

4 (см. стр. 64)

Со стр. 57

Вопрос 1

Ответ 3 — неверно

Со стр. 58

Вопрос 3

Ответ 3 — неверно

Со стр. 58

Вопрос 4

Ответ 4 — неверно

Со стр. 61

Вопрос 9

Ответ 2 — неверно

Со стр. 62

Вопрос 11

Ответ 2 — верно

Со стр. 62

Вопрос 12

Ответ 4 — неверно

Со стр. 63

Вопрос 13

Ответ 2 — неверно

Со стр. 64

Вопрос 15

Ответ 2 — неверно

## Вопрос 9

На какие из перечисленных органов симпатический и парасимпатический отделы нервной системы оказывают наиболее выраженный противоположный по характеру эффект?

Ответы:

Номера  
ответов:

На сердце.

На сфинктер мочевого пузыря.

На кишечник (двигательная функция).

1 (см. стр. 58)

На слюнные железы.

На сосуды.

На сердце.

2 (см. стр. 60)

На почки.

На сфинктер мочевого пузыря.

На слюнные железы.

3 (см. стр. 64)

На мышцы.

На железы желудочно-кишечного тракта.

На слюнные железы.

4 (см. стр. 59)

## Вопрос 10

Какой медиатор выделяют преганглионарные окончания: А) симпатических нервных волокон; Б) парасимпатических нервных волокон?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Адреналин.

Б. Ацетилхолин.

1 (см. стр. 58)

А. Ацетилхолин.

Б. Адреналин.

2 (см. стр. 59)

А. Ацетилхолин.

Б. Ацетилхолин.

3 (см. стр. 57)

А. Адреналин.

Б. Адреналин.

4 (см. стр. 63)

Со стр. 57

Вопрос 2

Ответ 3 — верно

Со стр. 58

Вопрос 4

Ответ 2 — неверно

Со стр. 59

Вопрос 6

Ответ 2 — неверно

Со стр. 60

Вопрос 8

Ответ 3 — верно

Со стр. 63

Вопрос 13

Ответ 4 — неверно

Со стр. 63

Вопрос 14

Ответ 2 — неверно

Со стр. 64

Вопрос 15

Ответ 4 — неверно



### Вопрос 11

Какой медиатор выделяют постганглионарные окончания: А) симпатических нервных волокон; Б) парасимпатических нервных волокон?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Норадреналин.

Б. Ацетилхолин.

1 (см. стр. 58)

А. Симпатин Е и I.

Б. Ацетилхолин.

2 (см. стр. 60)

А. Ацетилхолин.

Б. Симпатин Е. и I.

3 (см. стр. 64)

А. Ацетилхолин.

Б. Норадреналин.

4 (см. стр. 59)

### Вопрос 12

При раздражении какого из перечисленных отделов промежуточного мозга наблюдаются эффекты, характерные для возбуждения парасимпатической нервной системы?

Ответы:

Номера  
ответов:

При раздражении медиальных отделов таламуса.

1 (см. стр. 57)

При раздражении передних отделов гипоталамуса.

2 (см. стр. 63)

При раздражении задних отделов гипоталамуса.

3 (см. стр. 59)

При раздражении латеральных отделов таламуса.

4 (см. стр. 60)

**Со стр. 57**

Вопрос 1

Ответ 2 — верно

**Со стр. 57**

Вопрос 2

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 58**

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 59**

Вопрос 5

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 60**

Вопрос 7

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 63**

Вопрос 13

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 63**

Вопрос 14

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 64**

Вопрос 15

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 57**  
Вопрос 1  
Ответ 4 — неверно

**Со стр. 57**  
Вопрос 2  
Ответ 2 — неверно

**Со стр. 58**  
Вопрос 3  
Ответ 4 — неверно

**Со стр. 58**  
Вопрос 4  
Ответ 3 — неверно

**Со стр. 59**  
Вопрос 6  
Ответ 1 — верно

**Со стр. 60**  
Вопрос 8  
Ответ 1 — неверно

**Со стр. 61**  
Вопрос 10  
Ответ 4 — неверно

**Со стр. 62**  
Вопрос 12  
Ответ 2 — верно

### Вопрос 13

При раздражении каких отделов гипоталамуса могут быть получены повышение кровяного давления и учащение сердцебиения?

О т в е т ы:	Но м е р а о т в е т о в:
При раздражении задней группы ядер.	1 (см. стр. 58)
При раздражении области воронки.	2 (см. стр. 60)
При раздражении средней группы ядер.	3 (см. стр. 62)
При раздражении передней группы ядер.	4 (см. стр. 61)

### Вопрос 14

При раздражении каких отделов гипоталамуса может быть получено замедление сердцебиений?

О т в е т ы:	Но м е р а о т в е т о в:
При раздражении области воронки.	1 (см. стр. 57)
При раздражении средней группы ядер.	2 (см. стр. 61)
При раздражении задней группы ядер.	3 (см. стр. 62)
При раздражении передней группы ядер.	4 (см. стр. 59)

### Вопрос 15

Оказывает ли влияние на деятельность вегетативной нервной системы:  
А) кора больших полушарий; Б) мозжечок?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Да.

Б. Да.

1 (см. стр. 58)

А. Нет.

Б. Нет.

2 (см. стр. 60)

А. Да.

Б. Нет.

3 (см. стр. 62)

А. Нет.

Б. Да.

4 (см. стр. 61)

**Со стр. 57**

Вопрос 1

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 58**

Вопрос 3

Ответ 1 — верно

**Со стр. 59**

Вопрос 5

Ответ 2 — верно

**Со стр. 59**

Вопрос 6

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 60**

Вопрос 7

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 60**

Вопрос 8

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 61**

Вопрос 9

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 62**

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно



## РАЗДЕЛ IX. ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

### Вопрос 1

Какие из перечисленных гормонов вырабатываются задней долей гипофиза?

Ответы:

Номера  
ответов:

**Со стр. 67**

Вопрос 5

Ответ 4 — неверно

Соматотропный гормон.  
Тиреотропный гормон.  
Адренокортикотропный гормон.

1 (см. стр. 72)

**Со стр. 67**

Вопрос 6

Ответ 2 — неверно

Меланофорный гормон.  
Гонадотропные гормоны.  
Вазопрессин.

2 (см. стр. 70)

**Со стр. 68**

Вопрос 7

Ответ 4 — неверно

Вазопрессин.  
Окситоцин.  
Антидиуретический гормон.

3 (см. стр. 68)

**Со стр. 68**

Вопрос 8

Ответ 2 — неверно

Окситоцин.  
Антидиуретический гормон.  
Тиреотропный гормон.

4 (см. стр. 71)

### Вопрос 2

Какие из перечисленных гормонов вырабатываются передней долей гипофиза?

Ответы:

Номера  
ответов:

**Со стр. 70**

Вопрос 12

Ответ 1 — неверно

Соматотропный гормон.  
Тиреотропный гормон.  
Адренокортикотропный гормон.  
Гонадотропные гормоны.

1 (см. стр. 69)

**Со стр. 71**

Вопрос 14

Ответ 1 — неверно

Вазопрессин.  
Антидиуретический гормон.  
Окситоцин.  
Меланофорный гормон.

2 (см. стр. 67)

Соматотропный гормон.  
Тиреотропный гормон.  
Меланофорный гормон.  
Антидиуретический гормон.

3 (см. стр. 70)

Тиреотропный гормон.  
Адренокортикотропный гормон.  
Вазопрессин.  
Антидиуретический гормон.

4 (см. стр. 72)

### Вопрос 3

На какие функции организма оказывает влияние гормон щитовидной железы — тироксин?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

На депонирование гликогена в печени и мышцах, уровень сахара в крови, жировой обмен.

1 (см. стр. 72)

На уровень сахара в крови, тонус сосудов, моторику кишечника.

2 (см. стр. 70)

На обмен кальция, обмен фосфора, уровень возбудимости тканей.

3 (см. стр. 68)

На теплопродукцию, белковый обмен, рост и дифференцировку тканей.

4 (см. стр. 71)

### Вопрос 4

Какая железа вырабатывает гормон, влияющий на обмен кальция и фосфора?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

Щитовидная железа.

1 (см. стр. 69)

Надпочечники.

2 (см. стр. 71)

Вилочковая железа.

3 (см. стр. 68)

Паращитовидная железа.

4 (см. стр. 67)

---

**Со стр. 67**

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 68**

Вопрос 7

Ответ 1 — верно

---

**Со стр. 68**

Вопрос 8

Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 69**

Вопрос 9

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 69**

Вопрос 10

Ответ 3 — неверно

---

**Со стр. 70**

Вопрос 11

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 71**

Вопрос 13

Ответ 1 — неверно

---

**Со стр. 72**

Вопрос 15

Ответ 1 — неверно

---

**Вопрос 5**

Какие из перечисленных гормонов обладают противовоспалительным действием на ткани?

Ответы:

Номера  
ответов:

Адреналин.

1 (см. стр. 66)

Минералокортикоиды.

2 (см. стр. 72)

Глюкокортикоиды.

3 (см. стр. 70)

Глюкагон.

4 (см. стр. 65)

**Вопрос 6**

Какие из перечисленных гормонов способствуют гликогенолизу?

Ответы:

Номера  
ответов:

Тироксин.

1 (см. стр. 69)

Инсулин.

2 (см. стр. 65)

Половые гормоны.

3 (см. стр. 70)

Адреналин.

4 (см. стр. 71)

**Со стр. 65**

Вопрос 2

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 66**

Вопрос 4

Ответ 4 — верно

**Со стр. 69**

Вопрос 9

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 70**

Вопрос 11

Ответ 4 — верно

**Со стр. 70**

Вопрос 12

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 71**

Вопрос 14

Ответ 2 — верно



### Вопрос 7

Какие гормоны вырабатываются мозговым веществом надпочечников?

Ответы:

Номера  
ответов:

Адреналин.

Норадреналин.

1 (см. стр. 66)

Глюкокортикоиды.

Минералокортикоиды.

2 (см. стр. 72)

Адреналин.

Андрогенные гормоны.

3 (см. стр. 70)

Норадреналин.

Глюкокортикоиды.

4 (см. стр. 65)

### Вопрос 8

Какие процессы будут наблюдаться в организме при введении адреналина?

Ответы:

Номера  
ответов:

Гликогенолиз.

Гипергликемия.

Переход гликогена в глюкозу.

1 (см. стр. 69)

Гликогенез.

Гипергликемия.

Переход глюкозы в гликоген.

2 (см. стр. 65)

Гликогенез.

Гипергликемия.

Переход гликогена в глюкозу.

3 (см. стр. 71)

Гликогенолиз.

Гипогликемия.

Переход глюкозы в гликоген.

4 (см. стр. 66)

Со стр. 65

Вопрос 1

Ответ 3 — верно

Со стр. 66

Вопрос 3

Ответ 3 — неверно

Со стр. 66

Вопрос 4

Ответ 3 — неверно

Со стр. 69

Вопрос 9

Ответ 2 — верно

Со стр. 69

Вопрос 10

Ответ 4 — неверно

Со стр. 70

Вопрос 11

Ответ 2 — неверно

Со стр. 71

Вопрос 13

Ответ 2 — неверно

Со стр. 72

Вопрос 15

Ответ 2 — верно

### Вопрос 9

Какие из перечисленных гормонов оказывают влияние на обмен натрия в организме за счет увеличения реабсорбции его канальцами почек?

Ответы:

Номера  
ответов:

Глюкокортикоиды.

1 (см. стр. 66)

Минералокортикоиды.

2 (см. стр. 68)

Паратгормон.

3 (см. стр. 72)

Андрогены.

4 (см. стр. 67)

Со стр. 65

Вопрос 2

Ответ 1 — верно

Со стр. 66

Вопрос 4

Ответ 1 — неверно

Со стр. 67

Вопрос 6

Ответ 1 — неверно

Со стр. 68

Вопрос 8

Ответ 1 — верно

Со стр. 71

Вопрос 13

Ответ 4 — неверно

Со стр. 71

Вопрос 14

Ответ 3 — неверно

Со стр. 72

Вопрос 15

Ответ 4 — неверно

### Вопрос 10

А. Какие гормоны, оказывающие выраженное влияние на углеводный обмен, вырабатываются поджелудочной железой?

Б. В каком типе клеток они вырабатываются?

Ответы:

Номера  
ответов:

А

Б

Инсулин

— в альфа-клетках

Глюкагон

— в бета-клетках

1 (см. стр. 71)

А

Б

Инсулин

— в бета-клетках

Глюкагон

— в альфа-клетках

2 (см. стр. 65)

А

Б

Инсулин

— в альфа-клетках

Калликреин

— в бета-клетках

3 (см. стр. 66)

А

Б

Инсулин

— в бета-клетках

Калликреин

— в альфа-клетках

4 (см. стр. 68)

### Вопрос 11

Какие процессы будут наблюдаться в организме при введении инсулина?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

Гликогенолиз.

Гипергликемия.

Переход гликогена в глюкозу.

1 (см. стр. 66)

Гликогенез.

Гипергликемия.

Переход гликогена в глюкозу.

2 (см. стр. 68)

Гликогенолиз.

Гипогликемия.

Переход глюкозы в гликоген.

3 (см. стр. 72)

Гликогенез.

Гипогликемия.

Переход глюкозы в гликоген.

4 (см. стр. 67)

### Вопрос 12

Какое действие на организм оказывает гормон поджелудочной железы — глюкагон?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

Вызывает синтез гликогена в печени и мышцах.

Обуславливает гипогликемию.

1 (см. стр. 65)

Вызывает распад гликогена в печени и мышцах.

Обуславливает гипергликемию.

2 (см. стр. 71)

Вызывает синтез гликогена в печени и мышцах.

Обуславливает гипергликемию.

3 (см. стр. 67)

Вызывает распад гликогена в печени и мышцах.

Обуславливает гипогликемию.

4 (см. стр. 72)

Со стр. 65

Вопрос 1

Ответ 2 — неверно

Со стр. 65

Вопрос 2

Ответ 3 — неверно

Со стр. 66

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

Со стр. 67

Вопрос 5

Ответ 3 — верно

Со стр. 67

Вопрос 6

Ответ 3 — неверно

Со стр. 68

Вопрос 7

Ответ 3 — неверно

Со стр. 71

Вопрос 13

Ответ 3 — верно

Со стр. 71

Вопрос 14

Ответ 4 — неверно

Со стр. 72

Вопрос 15

Ответ 3 — неверно



### Вопрос 13

Обладают ли способностью секретировать гормоны: А) желудочно-кишечный тракт; Б) матка (в период беременности)?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Да.

Б. Нет.

1 (см. стр. 66)

А. Нет.

Б. Да.

2 (см. стр. 68)

А. Да.

Б. Да.

3 (см. стр. 70)

А. Нет.

Б. Нет.

4 (см. стр. 69)

**Со стр. 65**

Вопрос 1

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 66**

Вопрос 3

Ответ 4 — верно

**Со стр. 66**

Вопрос 4

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 67**

Вопрос 6

Ответ 4 — верно

**Со стр. 68**

Вопрос 8

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 69**

Вопрос 10

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 70**

Вопрос 12

Ответ 2 — верно

### Вопрос 14

Какой из перечисленных гормонов способствует росту матки при беременности и вызывает гипертрофию слизистой оболочки матки в первую половину менструального цикла?

Ответы:

-

Номера  
ответов:

Тестостерон.

1 (см. стр. 65)

Эстроген.

2 (см. стр. 67)

Фолликулин.

3 (см. стр. 69)

Прогестерон.

4 (см. стр. 70)

## Вопрос 15

В каком из приведенных ответов правильно изложена последовательность явлений, составляющих по Г. Селье (H. Selye) общий адаптационный синдром?

Ответы:

Номера  
ответов:

Стадия резистентности.

Стадия истощения.

Стадия тревоги.

1 (см. стр. 66)

Стадия тревоги.

Стадия резистентности.

Стадия истощения.

2 (см. стр. 68)

Стадия истощения.

Стадия резистентности.

Стадия тревоги.

3 (см. стр. 70)

Стадия тревоги.

Стадия истощения.

Стадия резистентности.

4 (см. стр. 69)

**Со стр. 65**

Вопрос 1

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 65**

Вопрос 2

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 66**

Вопрос 3

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 67**

Вопрос 5

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 68**

Вопрос 7

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 69**

Вопрос 9

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 70**

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 70**

Вопрос 12

Ответ 4 — неверно

## РАЗДЕЛ X. МЫШЦЫ И НЕРВЫ, МЫШЕЧНЫЕ И НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ

### Вопрос 1

- А. Какая из перечисленных возбудимых структур характеризуется наибольшей лабильностью?
- Б. Какова средняя лабильность нервно-мышечного синапса млекопитающих?

Ответы:

Номера  
ответов:

- А. Мышечное волокно.  
Б. 1000 — 500 раздражений в секунду.

1 (см. стр. 80)

- А. Синапс между двумя нервными клетками.  
Б. 500 — 300 раздражений в секунду.

2 (см. стр. 78)

- А. Нервное волокно.  
Б. 200 — 100 раздражений в секунду.

3 (см. стр. 76)

- А. Мионевральная пластинка.  
Б. 20 — 10 раздражений в секунду.

4 (см. стр. 79)

### Вопрос 2

Какие закономерности характеризуют местное возбуждение?

Ответы:

Номера  
ответов:

- Распространяется от места возникновения по всей длине нервного или мышечного волокна.  
Распространяется без декремента.  
Способно к суммации.  
Сопровождается повышением возбудимости.

1 (см. стр. 75)

- Распространяется от места возникновения незначительно.  
Распространяется без декремента.  
Не способно к суммации.  
Сопровождается снижением возбудимости.

2 (см. стр. 79)

- Распространяется от места возникновения незначительно.  
Распространяется с декрементом.  
Способно к суммации.  
Сопровождается повышением возбудимости.

3 (см. стр. 77)

- Распространяется от места возникновения по всей длине нервного или мышечного волокна.  
Распространяется с декрементом.  
Не способно к суммации.  
Сопровождается снижением возбудимости.

4 (см. стр. 78)

**Со стр. 75**

Вопрос 5

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 76**

Вопрос 6

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 76**

Вопрос 7

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 77**

Вопрос 8

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 78**

Вопрос 10

Ответ 2 — верно

**Со стр. 79**

Вопрос 12

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 80**

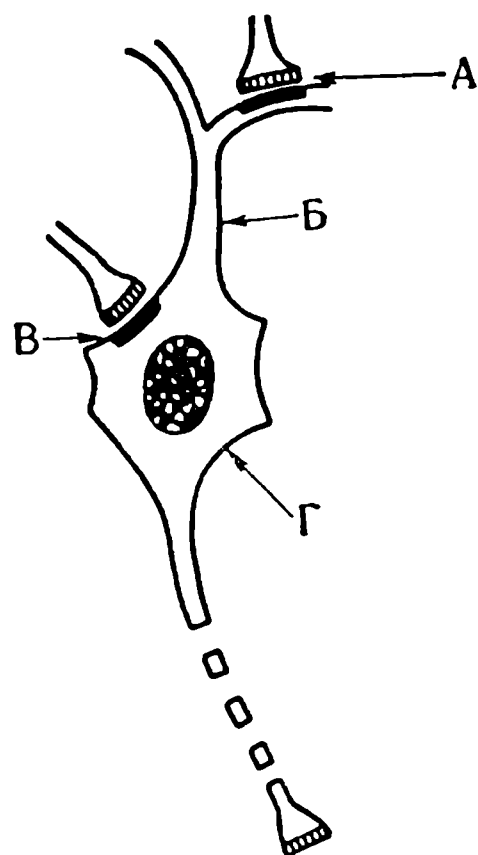
Вопрос 14

Ответ 3 — верно



### Вопрос 3

Какая из структур, указанных на схеме нейрона (А, Б, В, Г) обладает повышенной химической чувствительностью?



А — 1

Б — 2

В — 3

Г — 4

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 80)

2 (см. стр. 78)

3 (см. стр. 76)

4 (см. стр. 79)

### Вопрос 4

- А. Что приводит к интенсивному выбросу ацетилхолина из синаптической бляшки в синаптическую щель?
- Б. Какое трансмембранное перераспределение ионов  $K^+$  и  $Na^+$  характерно для начального момента развития возбуждающего постсинаптического потенциала (ВПСП)?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Деполяризация субсинаптической мембраны.

Б. Бурное проникновение ионов  $K^+$  внутрь клетки.

1 (см. стр. 77)

А. Деполяризация пресинаптической мембраны.

Б. Бурное проникновение ионов  $Na^+$  внутрь клетки.

2 (см. стр. 75)

А. Деполяризация постсинаптической мембраны.

Б. Бурный выброс ионов  $Na^+$  из клетки.

3 (см. стр. 79)

А. Пресинаптическая деполяризация мембраны волокна.

Б. Бурный выброс ионов  $K^+$  из клетки.

4 (см. стр. 80)

Со стр. 75

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

Со стр. 76

Вопрос 6

Ответ 3 — неверно

Со стр. 76

Вопрос 7

Ответ 1 — неверно

Со стр. 77

Вопрос 8

Ответ 4 — неверно

Со стр. 77

Вопрос 9

Ответ 1 — неверно

Со стр. 78

Вопрос 11

Ответ 1 — верно

Со стр. 79

Вопрос 13

Ответ 1 — неверно

Со стр. 80

Вопрос 14

Ответ 1 — неверно

Со стр. 80

Вопрос 15

Ответ 1 — неверно

## Вопрос 5

Какая из приведенных формул может быть использована для вычисления величины потенциала повреждения?

Ответы:

$$A. \varphi = \frac{RT}{nF} \ln \frac{(K^+)_i}{(K^+)_o}$$

$$B. \varphi = \frac{1}{(R_o + R_i) LC_m}$$

$$B. \varphi = \frac{R_o}{R_o + R_i} V_m$$

$$Г. \varphi = \frac{RT}{nF} \ln \frac{(Na^+)_i}{(Na^+)_o}$$

Обозначения:

$(K^+)_i$ ,  $(Na^+)_i$ —концентрация К и Na внутри волокна;

$(K^+)_o$ ,  $(Na^+)_o$ —концентрация К и Na снаружи волокна;

R—газовая постоянная; n—валентность иона; T—абсолютная температура; F—число Фарадея;  $C_m$ —емкость мембраны перехвата Ранвье;  $V_m$ —мембранный потенциал; L—расстояние между перехватами Ранвье;  $R_o$ —сопротивление между электродами снаружи волокна;  $R_i$ —сопротивление между электродами внутри волокна.

Номера  
ответов:

A—1 (см. стр. 74)

B—2 (см. стр. 80)

B—3 (см. стр. 78)

Г—4 (см. стр. 73)

Со стр. 73

Вопрос 2

Ответ 1 — неверно

Со стр. 74

Вопрос 4

Ответ 2 — верно

Со стр. 77

Вопрос 9

Ответ 4 — верно

Со стр. 78

Вопрос 10

Ответ 1 — неверно

Со стр. 78

Вопрос 11

Ответ 4 — неверно

Со стр. 79

Вопрос 12

Ответ 2 — неверно

Со стр. 80

Вопрос 14

Ответ 4 — неверно

## Вопрос 6

Изменится ли (и если да, то как) величина потенциала покоя, если искусственно снизить на 30% концентрацию ионов  $K^+$  внутри нервной клетки?

Ответы:

Номера  
ответов:

Потенциал покоя снизится до 0.

1 (см. стр. 73)

Потенциал покоя увеличится.

2 (см. стр. 77)

Потенциал покоя останется без изменений.

3 (см. стр. 74)

Потенциал покоя уменьшится.

4 (см. стр. 79)

## Вопрос 7

Как изменится амплитуда потенциала действия одиночного нервного волокна, если снизить на 20% наружную концентрацию ионов  $Na^+$ ?

Ответы:

Номера  
ответов:

Амплитуда потенциала действия упадет до 0.

1 (см. стр. 74)

Амплитуда потенциала действия снизится.

2 (см. стр. 80)

Амплитуда потенциала действия не изменится.

3 (см. стр. 78)

Амплитуда потенциала действия возрастает.

4 (см. стр. 73)

---

**Со стр. 73**

Вопрос 1

Ответ 3 — верно

---

**Со стр. 74**

Вопрос 3

Ответ 3 — верно

---

**Со стр. 77**

Вопрос 8

Ответ 3 — неверно

---

**Со стр. 77**

Вопрос 9

Ответ 2 — неверно

---

**Со стр. 78**

Вопрос 10

Ответ 3 — неверно

---

**Со стр. 78**

Вопрос 11

Ответ 2 — неверно

---

**Со стр. 79**

Вопрос 12

Ответ 4 — неверно

---

**Со стр. 79**

Вопрос 13

Ответ 2 — неверно

---

**Со стр. 80**

Вопрос 15

Ответ 2 — неверно

---

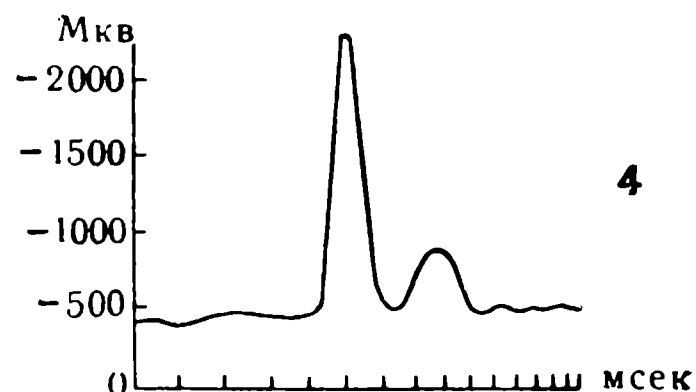
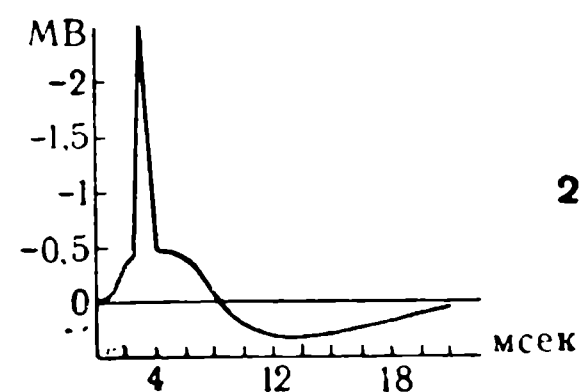
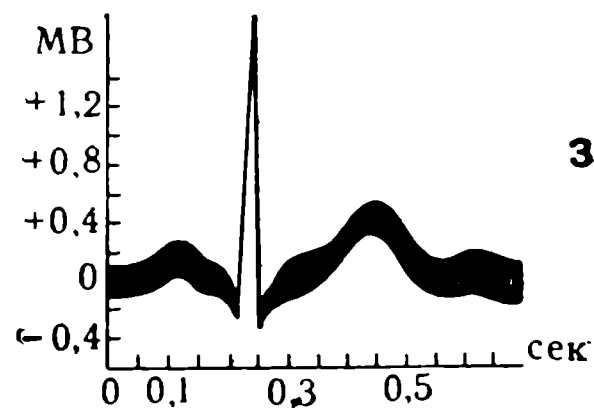
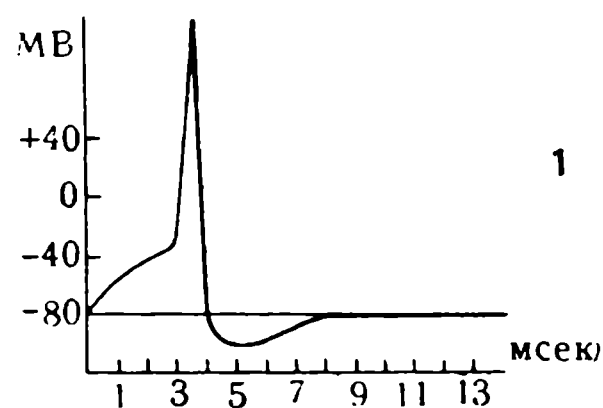


## Вопрос 8

Какая из приведенных кривых отражает потенциал действия, записанный с помощью микроэлектрода, введенного внутрь мышечного волокна?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 79)

2 (см. стр. 73)

3 (см. стр. 76)

4 (см. стр. 74)

## Вопрос 9

Какова скорость распространения возбуждения в нервных волокнах млекопитающих, относимых: А) к группе «А»; Б) к группе «С»?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. 2,3—0,6 м/сек.

Б. 120—5 »

1 (см. стр. 74)

А. 15—3 м/сек

Б. 250—120 »

2 (см. стр. 76)

А. 250—120 м/сек.

Б. 15—3 »

3 (см. стр. 80)

А. 120—5 м/сек

Б. 2,3—0,6 »

4 (см. стр. 75)

Со стр. 73

Вопрос 2

Ответ 3 — верно

Со стр. 74

Вопрос 4

Ответ 1 — неверно

Со стр. 76

Вопрос 6

Ответ 2 — неверно

Со стр. 79

Вопрос 12

Ответ 3 — верно

Со стр. 79

Вопрос 13

Ответ 4 — неверно

Со стр. 80

Вопрос 14

Ответ 2 — неверно

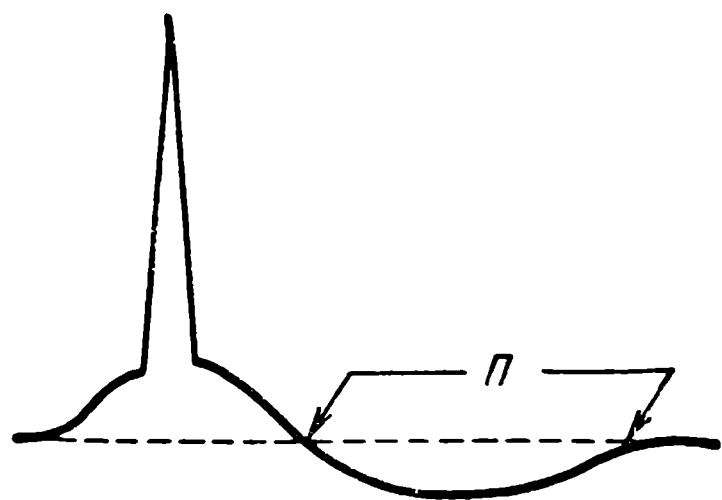
Со стр. 80

Вопрос 15

Ответ 4 — неверно

## Вопрос 10

- А. Как называется колебание потенциала действия нерва, обозначенное на рисунке буквой «П»?
- Б. Как меняется возбудимость нерва в момент развития этого колебания?



Ответы:

- А. Следовой отрицательный потенциал.  
Б. Возбудимость понижается.

- А. Следовой положительный потенциал.  
Б. Возбудимость понижается.

- А. Следовой положительный потенциал.  
Б. Возбудимость повышается.

- А. Следовой отрицательный потенциал.  
Б. Возбудимость повышается.

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 75)

2 (см. стр. 73)

3 (см. стр. 76)

4 (см. стр. 79)

## Вопрос 11

Какой из приведенных графиков дает наиболее правильное представление об изменении возбудимости поперечнополосатой мышцы в процессе одиночного ее сокращения?

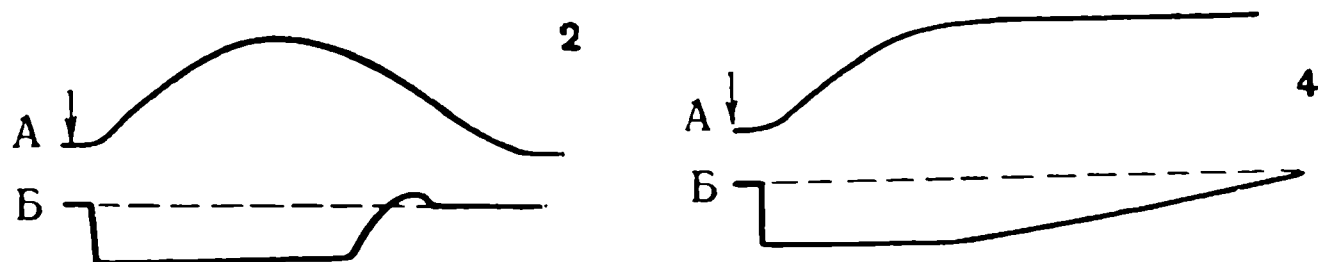
Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 74)

2 (см. стр. 76)



3 (см. стр. 80)

4 (см. стр. 75)

А — кривая сокращения

Б — кривая возбудимости

Со стр. 73

Вопрос 1

Ответ 2 — неверно

Со стр. 73

Вопрос 2

Ответ 4 — неверно

Со стр. 74

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

Со стр. 75

Вопрос 5

Ответ 3 — верно

Со стр. 76

Вопрос 7

Ответ 3 — неверно

Со стр. 79

Вопрос 13

Ответ 3 — верно

Со стр. 80

Вопрос 15

Ответ 3 — верно

## Вопрос 12

- А. В какую фазу возбудимости поперечнополосатой мышцы (при ее ритмической стимуляции) должно попасть очередное раздражение, чтобы мышца пришла в состояние гладкого восходящего тетануса?
- Б. Какова продолжительность абсолютной рефрактерной фазы поперечнополосатой мышцы?

О т в е т ы :

Номера  
ответов:

- А. В фазу абсолютной рефрактерности.  
Б. 0,4 секунды. 1 (см. стр. 73)
- А. В фазу относительной рефрактерности.  
Б. 0,2 секунды. 2 (см. стр. 75)
- А. В фазу экзальтации.  
Б. 0,002—0,003 секунды. 3 (см. стр. 77)
- А. В фазу нормальной возбудимости.  
Б. 0,001—0,0001 секунды. 4 (см. стр. 76)

## Вопрос 13

- А. Как изменится возбудимость нерва под влиянием катода и анода постоянного тока?
- Б. В какую фазу парабииоза на сильное раздражение нерва выше парабииотического очага возникает слабый, а на слабое раздражение — сильный ответ мышцы?

О т в е т ы :

Номера  
ответов:

- А. Возбудимость на катоде понижается.  
Возбудимость на аноде повышается. 1 (см. стр. 74)
- Б. В тормозную фазу.
- А. Возбудимость на катоде повышается.  
Возбудимость на аноде понижается. 2 (см. стр. 76)
- Б. В уравнительную фазу.
- А. Возбудимость на катоде повышается.  
Возбудимость на аноде понижается. 3 (см. стр. 78)
- Б. В парадоксальную фазу.
- А. Возбудимость на катоде повышается.  
Возбудимость на аноде повышается. 4 (см. стр. 77)
- Б. В провизорную фазу.

**Со стр. 73**

Вопрос 1

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 73**

Вопрос 2

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 74**

Вопрос 3

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 74**

Вопрос 4

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 76**

Вопрос 6

Ответ 4 — верно

**Со стр. 77**

Вопрос 8

Ответ 1 — верно

**Со стр. 78**

Вопрос 10

Ответ 4 — неверно



### Вопрос 14

В эксперименте на нервно-мышечном препарате было определено, что при неизменной силе тока пессимум наступает при частоте раздражения 149—150 импульсов в секунду.

А. При какой примерно частоте раздражения можно получить на этом препарате состояние оптимума?

Б. Какова приблизительно лабильность нервно-мышечных синапсов данного препарата?

Ответы:

А. 10 в секунду.

Б. 18 » »

А. 40 в секунду.

Б. 48 » »

А. 140 в секунду.

Б. 148 » »

А. 180 в секунду.

Б. 188 » »

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 74)

2 (см. стр. 77)

3 (см. стр. 73)

4 (см. стр. 75)

Со стр. 73

Вопрос 1

Ответ 1 — неверно

Со стр. 74

Вопрос 3

Ответ 1 — верно

Со стр. 74

Вопрос 4

Ответ 4 — неверно

Со стр. 75

Вопрос 5

Ответ 2 — неверно

### Вопрос 15

Какой из отрезков абсциссы или ординаты (А, Б, В, Г) характеризует хронаксию?

Ответы:

Номера  
ответов:

А — 1

1 (см. стр. 74)

Б — 2

2 (см. стр. 76)

В — 3

3 (см. стр. 78)

Г — 4

4 (см. стр. 77)

Со стр. 76

Вопрос 7

Ответ 2 — верно

Со стр. 77

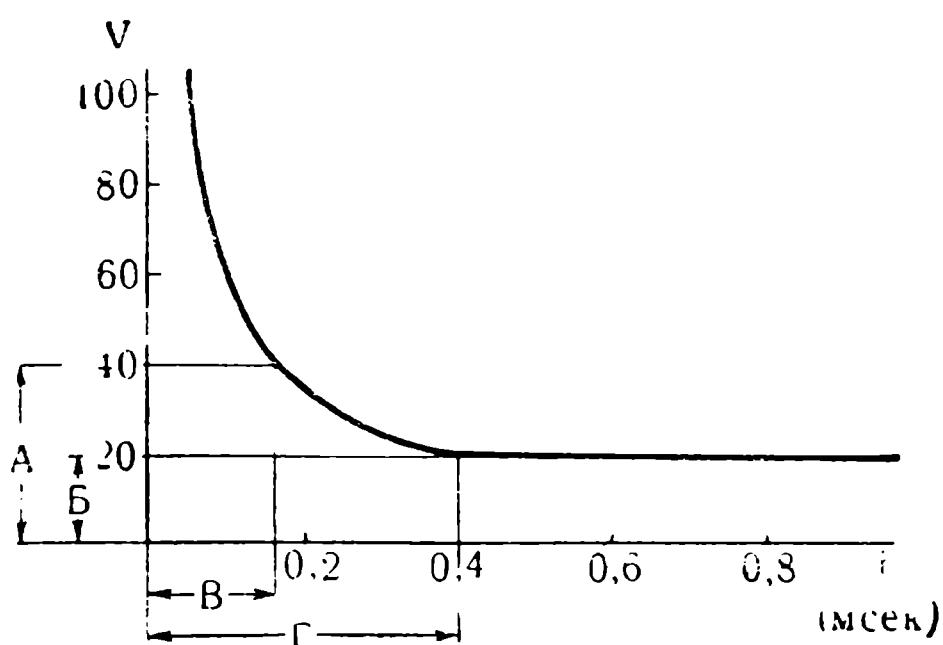
Вопрос 9

Ответ 3 — неверно

Со стр. 78

Вопрос 11

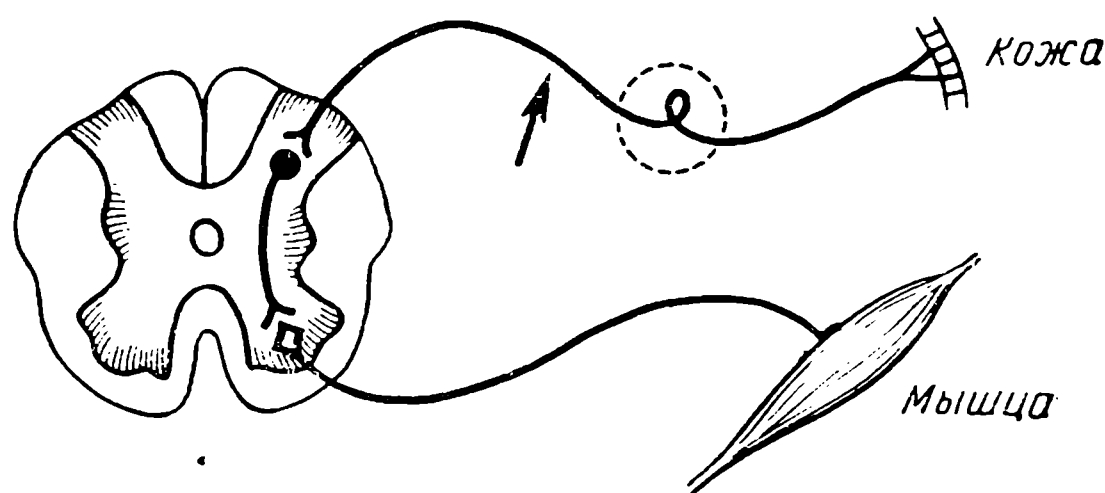
Ответ 3 — неверно



## РАЗДЕЛ XI. ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

### Вопрос 1

- А. Какой компонент рефлекторной дуги отмечен на схеме стрелкой?
- Б. На каком из перечисленных функциональных принципов нервных центров основано влияние вышележащих отделов центральной нервной системы на деятельность нижележащих?



Ответы:

Номера  
ответов:

- |   |                 |
|---|-----------------|
| А. Аfferentный нейрон.                  |                 |
| Б. На принципе «доминанты».             | 1 (см. стр. 88) |
| А. Эfferentный нейрон.                  |                 |
| Б. На принципе «проторения».            | 2 (см. стр. 86) |
| А. Вставочный нейрон.                   |                 |
| Б. На принципе «общего конечного пути». | 3 (см. стр. 84) |
| А. Аfferentный нейрон.                  |                 |
| Б. На принципе «субординации».          | 4 (см. стр. 87) |

### Вопрос 2

- А. Какое влияние на тонус мышц конечностей собаки окажет двусторонняя перерезка задних корешков спинного мозга?
- Б. Как изменится тонус мышц конечностей собаки при двусторонней перерезке передних корешков спинного мозга после перерождения нервов?

Ответы:

Номера  
ответов:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| А. Будет наблюдаться явление пластического тонуса.   |                 |
| Б. Тонус мышц не изменится.                          | 1 (см. стр. 83) |
| А. Тонус мышц не изменится.                          |                 |
| Б. Тонус мускулатуры исчезнет.                       | 2 (см. стр. 87) |
| А. Будет наблюдаться явление контрактального тонуса. |                 |
| Б. Будет наблюдаться явление пластического тонуса.   | 3 (см. стр. 88) |
| А. Тонус мускулатуры снизится.                       |                 |
| Б. Тонус мускулатуры исчезнет.                       | 4 (см. стр. 85) |

Со стр. 83

Вопрос 5

Ответ 2 — неверно

Со стр. 84

Вопрос 7

Ответ 4 — верно

Со стр. 85

Вопрос 8

Ответ 2 — неверно

Со стр. 86

Вопрос 10

Ответ 1 — верно

Со стр. 87

Вопрос 12

Ответ 1 — неверно

Со стр. 88

Вопрос 14

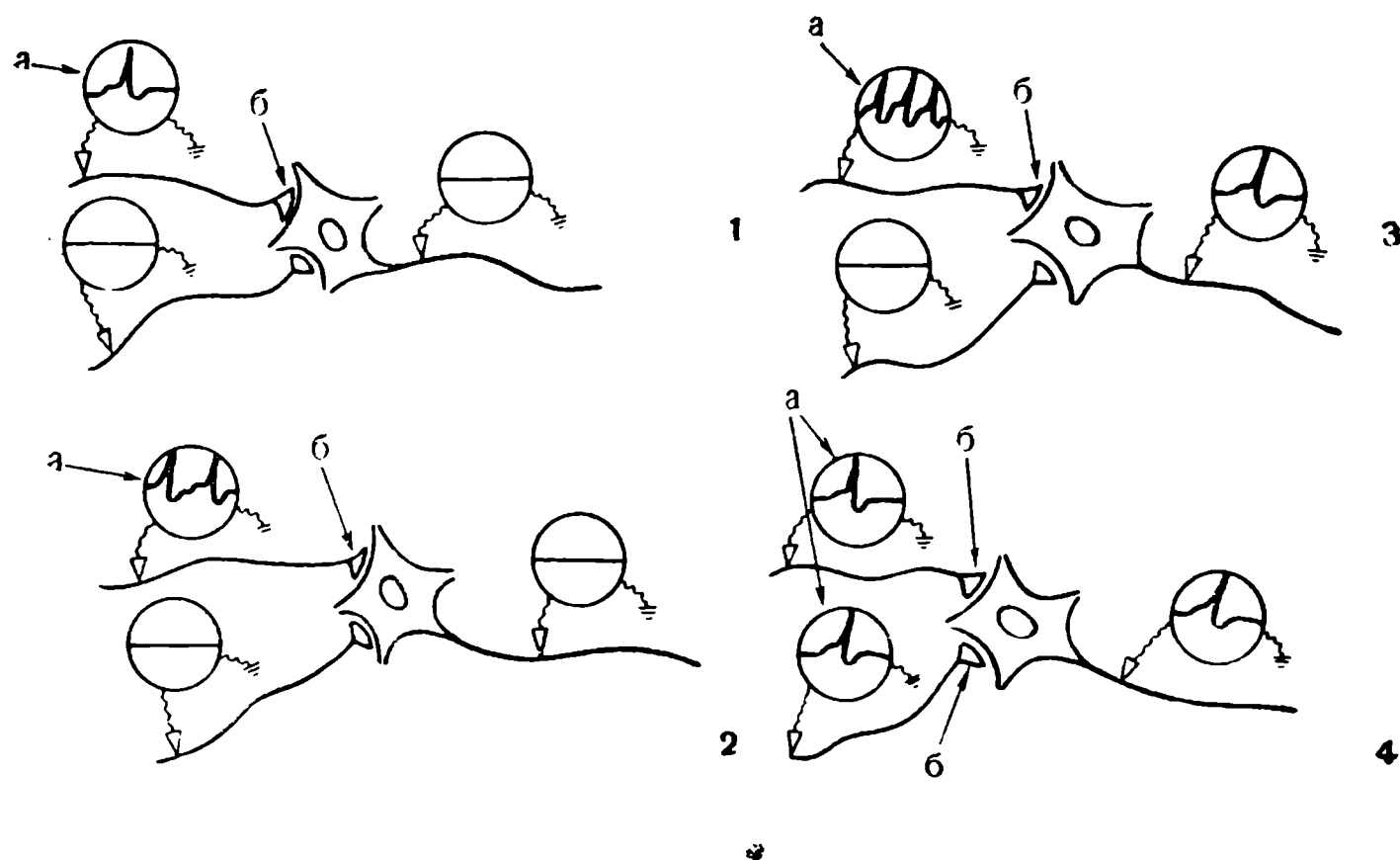
Ответ 2 — неверно

### Вопрос 3

Какая из схем отражает явление пространственной суммации возбуждения на отдельном нейроне, если известно, что одиночный пресинаптический потенциал действия (а) является подпороговым для синапса (б)?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 88)

2 (см. стр. 86)

3 (см. стр. 87)

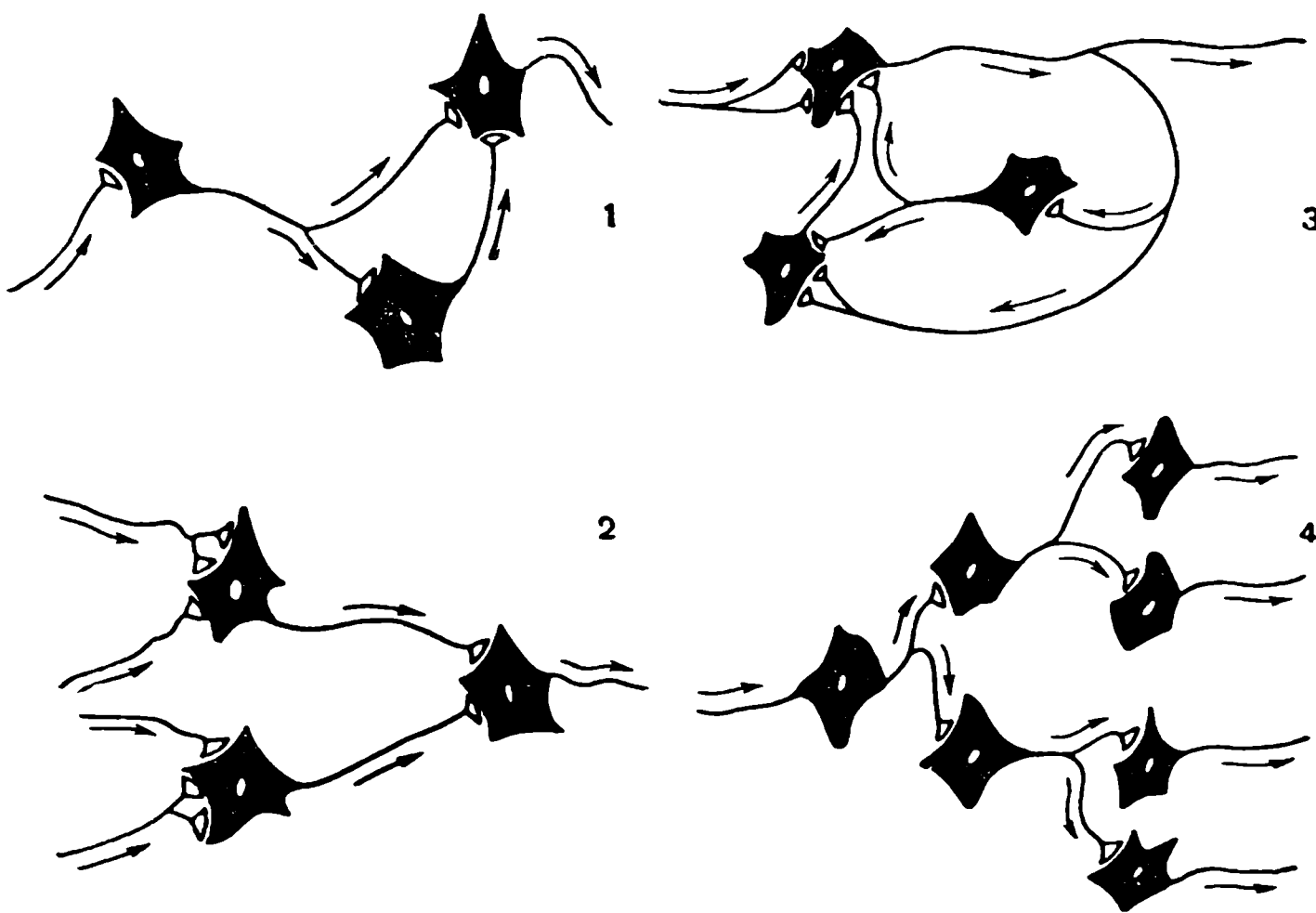
4 (см. стр. 84)

### Вопрос 4

Какая из приведенных схем иллюстрирует явление длительного сохранения возбуждения в системе нейронов?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 84)

2 (см. стр. 87)

3 (см. стр. 83)

4 (см. стр. 85)

Со стр. 83

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

Со стр. 84

Вопрос 6

Ответ 3 — неверно

Со стр. 84

Вопрос 7

Ответ 1 — неверно

Со стр. 85

Вопрос 9

Ответ 1 — неверно

Со стр. 86

Вопрос 11

Ответ 1 — верно

Со стр. 87

Вопрос 12

Ответ 3 — неверно

Со стр. 87

Вопрос 13

Ответ 1 — неверно

Со стр. 88

Вопрос 15

Ответ 1 — неверно



## Вопрос 5

В каком из ответов перечислены основные свойства нервных центров?

Ответы:

Номера  
ответов:

**Со стр. 81**

Вопрос 2

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 82**

Вопрос 4

Ответ 3 — верно

**Со стр. 85**

Вопрос 8

Ответ 3 — верно

**Со стр. 85**

Вопрос 9

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 86**

Вопрос 10

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 86**

Вопрос 11

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 87**

Вопрос 12

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 88**

Вопрос 14

Ответ 1 — верно

Одностороннее проведение возбуждения.

Проведение возбуждения с задержкой.

Высокая лабильность.

Способность к временной и пространственной суммации возбуждения.

Способность к трансформации ритма импульсов.

1 (см. стр. 82)

Двустороннее проведение возбуждения.

Проведение возбуждения с задержкой.

Низкая лабильность.

Способность к временной и пространственной суммации возбуждения.

Способность к трансформации ритма импульсов.

2 (см. стр. 81)

Одностороннее проведение возбуждения.

Проведение возбуждения по принципу «все или ничего».

Низкая лабильность.

Способность к временной и пространственной суммации возбуждения.

Способность к трансформации ритма импульсов.

3 (см. стр. 86)

Одностороннее проведение возбуждения.

Проведение возбуждения с задержкой.

Низкая лабильность.

Способность к временной и пространственной суммации возбуждения.

Способность к трансформации ритма импульсов.

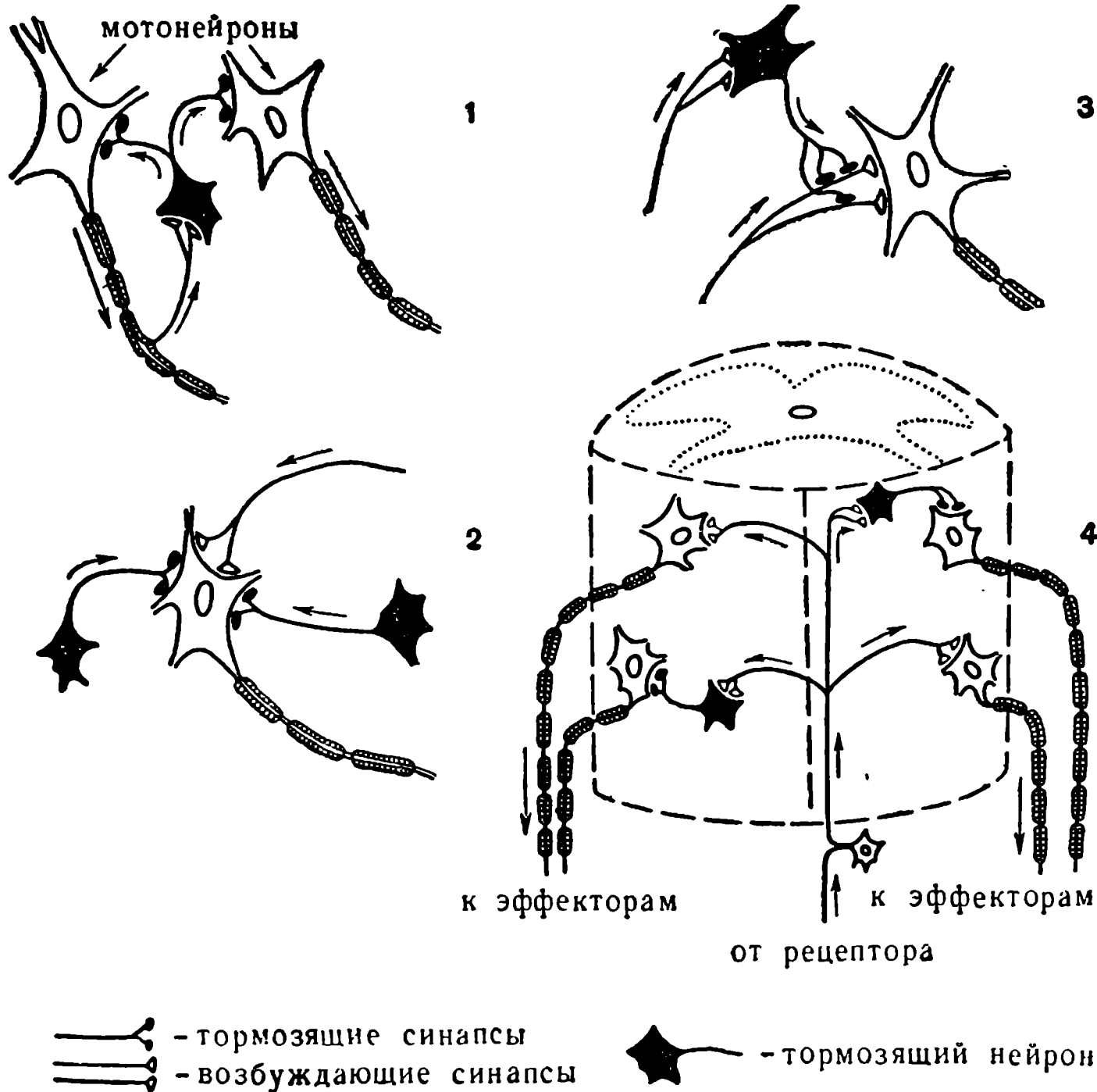
4 (см. стр. 88)

## Вопрос 6

На каком из рисунков приведена схема антидромного торможения?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 87)

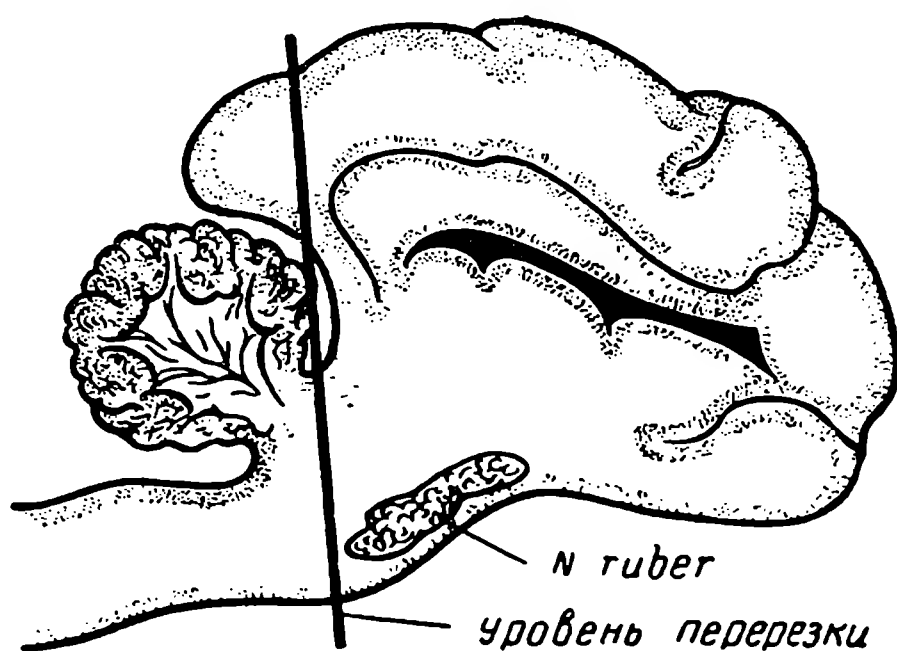
2 (см. стр. 85)

3 (см. стр. 82)

4 (см. стр. 86)

## Вопрос 7

Какие изменения тонуса мускулатуры будут наблюдаться у собаки после перерезки мозга на уровне, указанном на схеме?



Ответы:

Номера  
ответов:

Будет наблюдаться состояние пластического тонуса (восковидная ригидность).  
Тонус мускулатуры не изменится.  
Будут наблюдаться атония и астения.  
Будет наблюдаться состояние повышенного тонуса экстензоров (децеребрационная ригидность).

1 (см. стр. 82)

2 (см. стр. 88)

3 (см. стр. 86)

4 (см. стр. 81)

Со стр. 81

Вопрос 1

Ответ 3 — неверно

Со стр. 82

Вопрос 3

Ответ 4 — верно

Со стр. 82

Вопрос 4

Ответ 1 — неверно

Со стр. 85

Вопрос 9

Ответ 2 — верно

Со стр. 86

Вопрос 10

Ответ 3 — неверно

Со стр. 86

Вопрос 11

Ответ 2 — неверно

Со стр. 87

Вопрос 13

Ответ 2 — неверно

Со стр. 88

Вопрос 15

Ответ 2 — верно

## Вопрос 8

Какие расстройства наступают после перерезки правой половины спинного мозга (синдром Броун-Секара)?

Ответы:

Номера  
ответов:

Потеря двигательной функции на левой стороне.

Потеря болевой и температурной чувствительности на правой стороне.

Тактильная и проприоцептивная чувствительность не нарушаются.

1 (см. стр. 87)

Потеря двигательной функции на правой стороне.

Потеря болевой и температурной чувствительности на правой стороне.

Тактильная и проприоцептивная чувствительность частично нарушаются с обеих сторон.

2 (см. стр. 81)

Потеря двигательной функции на правой стороне.

Потеря болевой и температурной чувствительности на левой стороне.

Тактильная и проприоцептивная чувствительность нарушаются с обеих сторон.

3 (см. стр. 83)

Потеря двигательной функции на правой стороне.

Потеря болевой и температурной чувствительности на правой стороне.

Потеря тактильной и проприоцептивной чувствительности на левой стороне.

4 (см. стр. 88)

## Вопрос 9

А. Какое влияние на ядро Дейтерса оказывает красное ядро?

Б. Как это влияние отражается на тоне мышц экстензоров?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Тормозит ядро Дейтерса.

Б. Тонус экстензоров повышается.

1 (см. стр. 82)

А. Тормозит ядро Дейтерса.

Б. Тонус экстензоров понижается.

2 (см. стр. 84)

А. Возбуждает ядро Дейтерса.

Б. Тонус экстензоров понижается.

3 (см. стр. 88)

А. Возбуждает ядро Дейтерса.

Б. Тонус экстензоров не меняется.

4 (см. стр. 83)

Со стр. 81

Вопрос 2

Ответ 4 — верно

Со стр. 82

Вопрос 4

Ответ 4 — неверно

Со стр. 84

Вопрос 6

Ответ 2 — неверно

Со стр. 87

Вопрос 12

Ответ 4 — верно

Со стр. 87

Вопрос 13

Ответ 4 — неверно

Со стр. 88

Вопрос 14

Ответ 3 — неверно

Со стр. 88

Вопрос 15

Ответ 4 — неверно



### Вопрос 10

- А. Можно ли усилить двигательный рефлекс раздражением ретикулярной формации ствола мозга?
- Б. Какой отдел ретикулярной формации (роstralный или каудальный) следует раздражать, чтобы получить в эксперименте торможение двигательных рефлексов спинного мозга кошки?

Отвeты:

Номера  
отвeтов:

- А. Да.
- Б. Каудальный отдел.
- 1 (см. стр. 81)
- А. Нет.
- Б. Роstralный отдел.
- 2 (см. стр. 87)
- А. Нет.
- Б. Каудальный отдел.
- 3 (см. стр. 84)
- А. Да.
- Б. Роstralный отдел.
- 4 (см. стр. 83)

### Вопрос 11

- А. Какой из отделов мозга оказывает на кору больших полушарий восходящее активирующее влияние?
- Б. Как изменяется электрическая активность коры при стимуляции этого отдела мозга?

Отвeты:

Номера  
отвeтов:

- А. Ретикулярная формация.
- Б. В коре возникает десинхронизация — «реакция пробуждения».
- 1 (см. стр. 82)
- А. Зрительный бугор.
- Б. В коре возникает десинхронизация — «реакция пробуждения».
- 2 (см. стр. 84)
- А. Ретикулярная формация.
- Б. В коре возникают веретенoподобные колебания — «реакция вовлечения».
- 3 (см. стр. 88)
- А. Зрительный бугор.
- Б. В коре возникают веретенoподобные колебания — «реакция вовлечения».
- 4 (см. стр. 83)

Со стр. 81

Вопрос 1

Отвeт 2 — неверно

Со стр. 82

Вопрос 3

Отвeт 2 — неверно

Со стр. 83

Вопрос 5

Отвeт 3 — неверно

Со стр. 84

Вопрос 6

Отвeт 4 — неверно

Со стр. 84

Вопрос 7

Отвeт 3 — неверно

Со стр. 87

Вопрос 13

Отвeт 3 — верно

Со стр. 88

Вопрос 14

Отвeт 4 — неверно

Со стр. 88

Вопрос 15

Отвeт 3 — неверно

**Со стр. 81**

Вопрос 1

Ответ 4 — верно

**Со стр. 81**

Вопрос 2

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 82**

Вопрос 3

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 82**

Вопрос 4

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 84**

Вопрос 6

Ответ 1 — верно

**Со стр. 85**

Вопрос 8

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 86**

Вопрос 10

Ответ 2 — неверно

## Вопрос 12

В каком из ответов дано правильное сочетание нервных и мышечных структур, посредством которых осуществляется участие ретикулярной формации в регуляции двигательных и постуральных рефлексов?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Альфа-мотонейроны спинного мозга

Б. Интрафузальные мышечные волокна.

1 (см. стр. 81)

А. Гамма-мотонейроны спинного мозга.

Б. Экстрафузальные мышечные волокна.

2 (см. стр. 83)

А. Альфа-мотонейроны спинного мозга.

Б. Экстрафузальные мышечные волокна.

3 (см. стр. 82)

А. Гамма-мотонейроны спинного мозга

Б. Интрафузальные мышечные волокна.

4 (см. стр. 85)

## Вопрос 13

Какая частота колебаний потенциала в электроэнцефалограмме человека называется: А) альфа-ритмом; Б) бета-ритмом?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. 35—55 гц.

Б. 4—8 гц.

1 (см. стр. 82)

А. 14—35 гц.

Б. 8—13 гц.

2 (см. стр. 84)

А. 8—13 гц.

Б. 14—35 гц.

3 (см. стр. 86)

А. 4—8 гц.

Б. 35—55 гц.

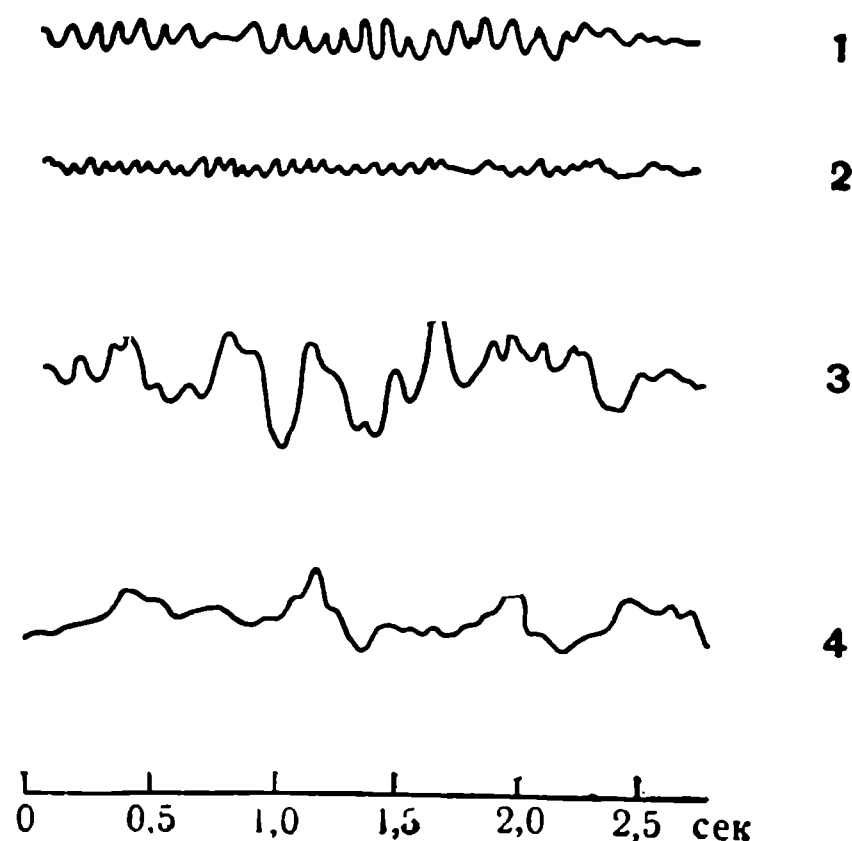
4 (см. стр. 85)

## Вопрос 14

Какая из приводимых электроэнцефалограмм была записана в период, когда человек находился в бодрствующем спокойном состоянии с закрытыми глазами?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 83)

2 (см. стр. 81)

3 (см. стр. 85)

4 (см. стр. 86)

Со стр. 81

Вопрос 1

Ответ 1 — неверно

Со стр. 81

Вопрос 2

Ответ 3 — неверно

Со стр. 82

Вопрос 3

Ответ 1 — неверно

Со стр. 83

Вопрос 5

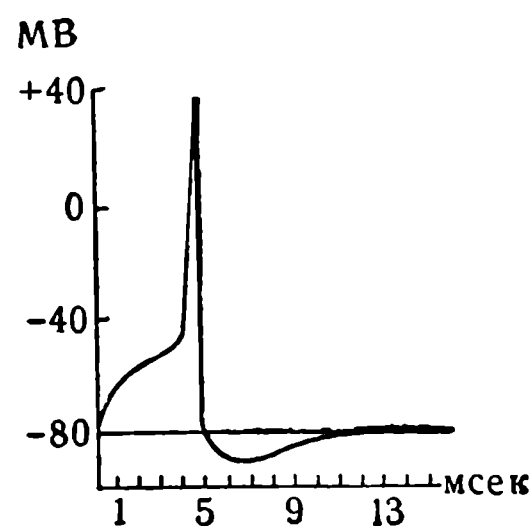
Ответ 4 — верно

## Вопрос 15

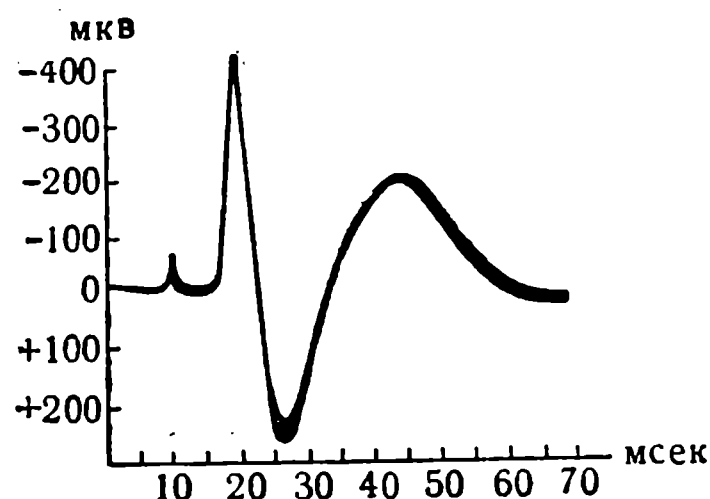
Какая из приводимых кривых отражает потенциал, возникающий в специфической проекционной сомато-сенсорной зоне коры больших полушарий в ответ на раздражение афферентного соматического нерва (так называемый первичный ответ коры)?

Ответы:

Номера  
ответов:



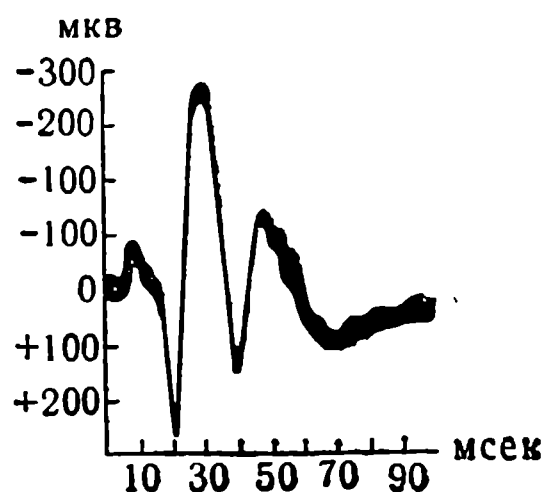
1



3

1 (см. стр. 82)

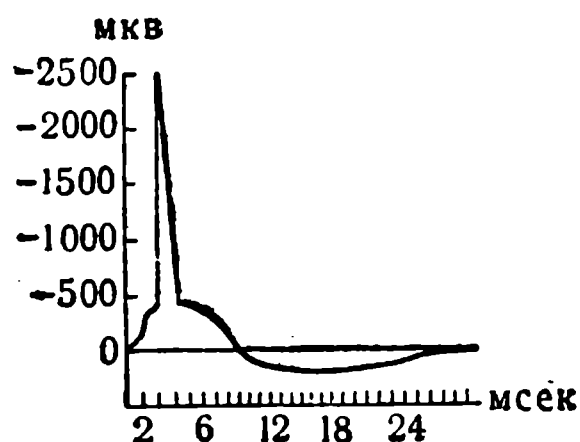
2 (см. стр. 84)



4

3 (см. стр. 86)

4 (см. стр. 85)



Со стр. 84

Вопрос 7

Ответ 2 — неверно

Со стр. 85

Вопрос 8

Ответ 4 — неверно

Со стр. 85

Вопрос 9

Ответ 3 — неверно

Со стр. 86

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно

## РАЗДЕЛ XII. АНАЛИЗАТОРЫ

### Вопрос 1

Каковы основные свойства рецепторного (генераторного) потенциала?

Ответы:

Номера  
ответов:

**Со стр. 91**

Вопрос 4

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 92**

Вопрос 6

Ответ 4 — верно

**Со стр. 93**

Вопрос 8

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 94**

Вопрос 10

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 95**

Вопрос 12

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 97**

Вопрос 14

Ответ 3 — неверно

Не подчиняется закону «все или ничего».

Обладает способностью к пространственной суммации.

Распространяется по рецепторной мембране с декрементом.

Амплитуда потенциала зависит от площади возбужденного участка мембраны рецептора.

1 (см. стр. 98)

Подчиняется закону «все или ничего».

Обладает способностью к пространственной суммации.

Распространяется по рецепторной мембране с декрементом.

Амплитуда потенциала зависит от площади возбужденного участка мембраны потенциала.

2 (см. стр. 96)

Не подчиняется закону «все или ничего».

Обладает способностью к пространственной суммации.

Распространяется по рецепторной мембране без декремента.

Амплитуда потенциала зависит от площади возбужденного участка мембраны рецептора.

3 (см. стр. 94)

Не подчиняется закону «все или ничего».

Не обладает способностью к пространственной суммации.

Распространяется по рецепторной мембране с декрементом.

Амплитуда потенциала не зависит от площади возбужденного участка мембраны рецептора.

4 (см. стр. 92)

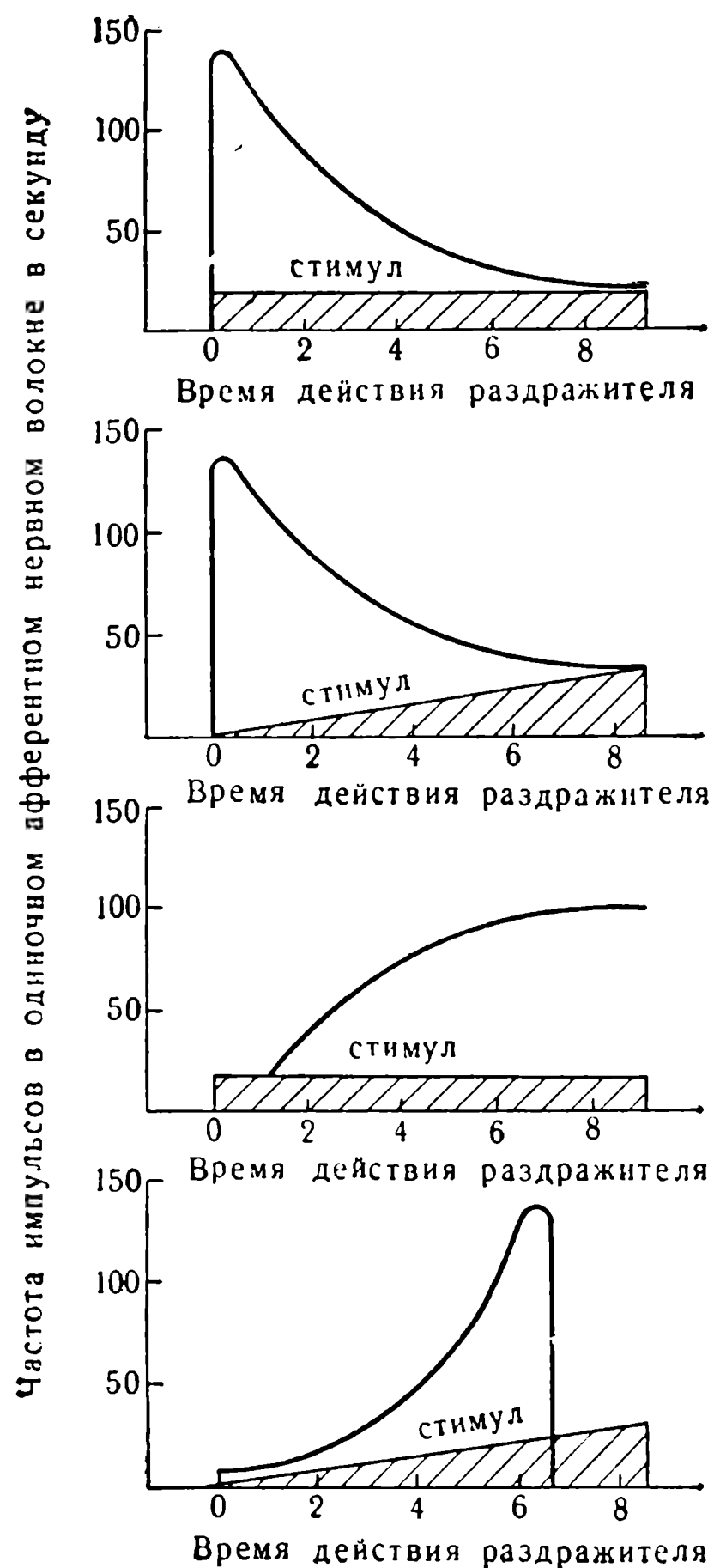


## Вопрос 2

Какой из приведенных ниже графиков правильно отражает зависимость между реакцией рецептора кожи и характером действующего адекватного раздражителя?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 97)

2 (см. стр. 95)

3 (см. стр. 93)

4 (см. стр. 96)

Со стр. 91

Вопрос 3

Ответ 4 — неверно

Со стр. 92

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

Со стр. 93

Вопрос 7

Ответ 1 — неверно

Со стр. 94

Вопрос 9

Ответ 1 — неверно

Со стр. 95

Вопрос 11

Ответ 1 — неверно

Со стр. 96

Вопрос 13

Ответ 1 — неверно

Со стр. 98

Вопрос 15

Ответ 1 — неверно

**Вопрос 3**

- А. Какие из перечисленных областей тела обладают наименьшей тактильной чувствительностью?
- Б. Какое примерно минимальное расстояние должно быть между ножками циркуля Вебера, чтобы два прикосновения ощущались на кончике языка как отдельные?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

- А. Тыльная поверхность кисти.
- Б. 1 мм.

1 (см. стр. 98)

- А. Кончик языка.
- Б. 5 мм.

2 (см. стр. 96)

- А. Кончики пальцев рук.
- Б. 10 мм.

3 (см. стр. 94)

- А. Кончик носа.
- Б. 60 мм.

4 (см. стр. 90)

**Вопрос 4**

Какие вегетативные сдвиги в организме возникают под влиянием сильного болевого раздражения?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

- Понижение выделения адреналина.
- Повышение кровяного давления.
- Повышение уровня сахара в крови.

1 (см. стр. 89)

- Повышение выделения адреналина.
- Понижение кровяного давления.
- Повышение уровня сахара в крови.

2 (см. стр. 93)

- Повышение выделения адреналина.
- Повышение кровяного давления.
- Повышение уровня сахара в крови.

3 (см. стр. 95)

- Повышение выделения адреналина.
- Повышение кровяного давления.
- Понижение уровня сахара в крови.

4 (см. стр. 97)

**Со стр. 93**

Вопрос 8

Ответ 4 — верно

**Со стр. 94**

Вопрос 10

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 97**

Вопрос 14

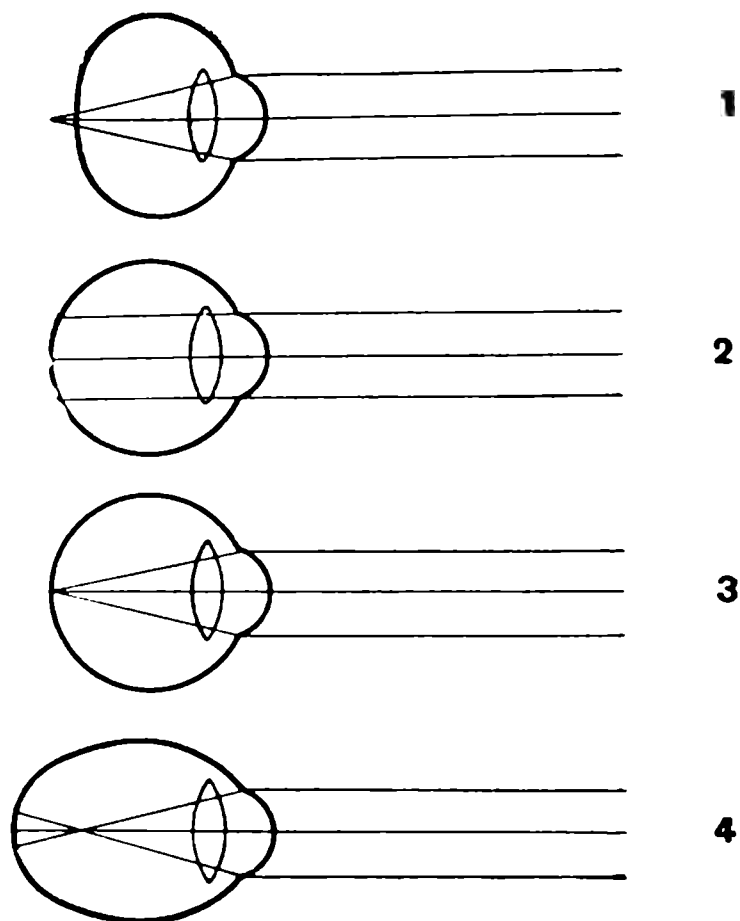
Ответ 1 — верно

### Вопрос 5

Какая из приведенных схем демонстрирует рефракцию в миопическом глазу?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 90)

2 (см. стр. 98)

3 (см. стр. 96)

4 (см. стр. 94)

### Вопрос 6

А. В каких частях языка в основном расположены вкусовые рецепторы, чувствительные к горькому?

Б. Какие из перечисленных рецепторных образований воспринимают болевые раздражения кожи?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. На кончике языка.

Б. Тельца Гольджи.

1 (см. стр. 93)

А. На средней части языка.

Б. Колбочки Краузе.

2 (см. стр. 95)

А. На боковых частях языка.

Б. Тельца Мейснера.

3 (см. стр. 97)

А. На основании языка.

Б. Голые осевые цилиндры.

4 (см. стр. 89)

Со стр. 89

Вопрос 1

Ответ 4 — неверно

Со стр. 93

Вопрос 7

Ответ 2 — верно

Со стр. 94

Вопрос 9

Ответ 2 — верно

Со стр. 95

Вопрос 11

Ответ 2 — верно

Со стр. 95

Вопрос 12

Ответ 3 — неверно

Со стр. 96

Вопрос 13

Ответ 2 — неверно

Со стр. 98

Вопрос 15

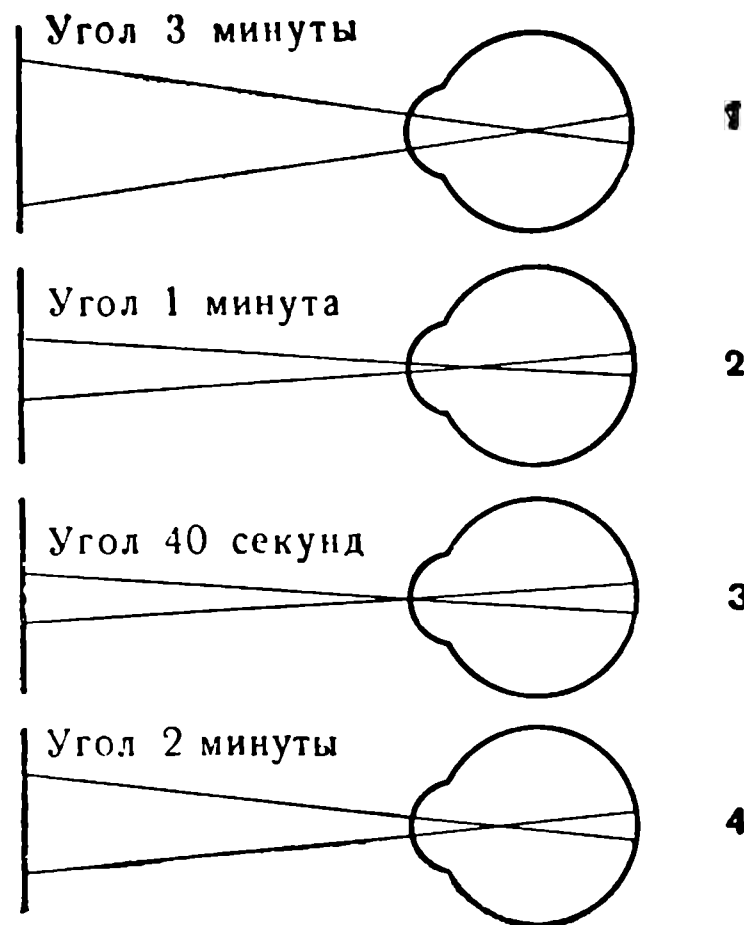
Ответ 3 — верно

## Вопрос 7

На какой из приведенных ниже схем острота зрения (visus) равна единице?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 90)

2 (см. стр. 92)

3 (см. стр. 96)

4 (см. стр. 98)

## Вопрос 8

Какая из схем родопсинового цикла является правильной?

Ответы:

Номера  
ответов:

На свету	Витамин А Ретинен Индикаторный желтый Переходящий оранжевый Зрительный пурпур	В темноте
На свету	Зрительный пурпур Индикаторный желтый Переходящий оранжевый Витамин А Ретинен	В темноте
На свету	Ретинен Зрительный пурпур Переходящий оранжевый Индикаторный желтый Витамин А	В темноте
На свету	Зрительный пурпур Переходящий оранжевый Индикаторный желтый Ретинен Витамин А	В темноте

1 (см. стр. 89)

2 (см. стр. 95)

3 (см. стр. 97)

4 (см. стр. 91)

Со стр. 90

Вопрос 2

Ответ 3 — неверно

Со стр. 91

Вопрос 4

Ответ 2 — неверно

Со стр. 92

Вопрос 6

Ответ 1 — неверно

Со стр. 95

Вопрос 12

Ответ 2 — верно

Со стр. 97

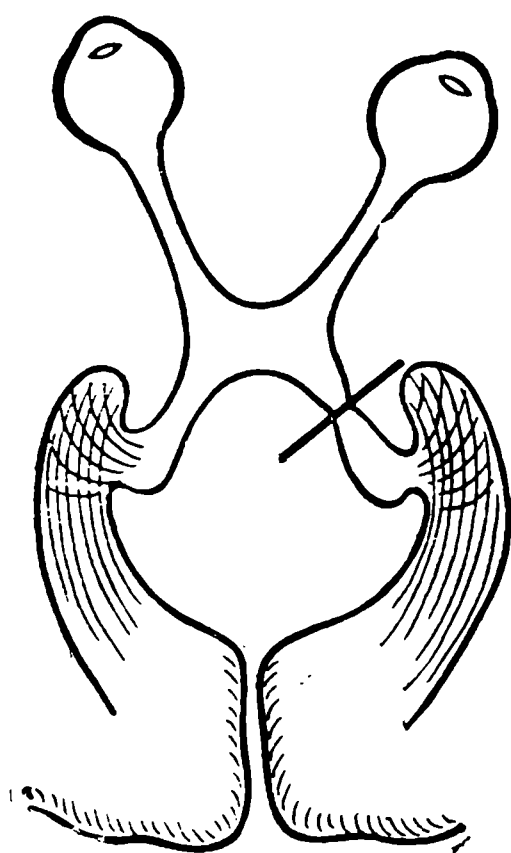
Вопрос 14

Ответ 2 — неверно



### Вопрос 9

Как изменится зрение, если перерезать зрительные пути так, как указано на схеме?



Ответы:

Наступит полная слепота на правый глаз.

Наступит частичная слепота на правый и левый глаз.

Наступит частичная слепота на правый и полная на левый глаз

Наступит полная слепота на левый глаз.

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 90)

2 (см. стр. 92)

3 (см. стр. 98)

4 (см. стр. 96)

### Вопрос 10

В каких подкорковых образованиях происходит переключение:

А) афферентных зрительных путей; Б) афферентных слуховых путей?

Ответы:

А. В латеральных коленчатых телах, задних буграх четверохолмия.

Б. В медиальных коленчатых телах, задних буграх четверохолмия.

А. В латеральных коленчатых телах, передних буграх четверохолмия.

Б. В медиальных коленчатых телах, передних буграх четверохолмия.

А. В медиальных коленчатых телах, задних буграх четверохолмия.

Б. В латеральных коленчатых телах, передних буграх четверохолмия.

А. В латеральных коленчатых телах, передних буграх четверохолмия.

Б. В медиальных коленчатых телах, задних буграх четверохолмия.

Номера  
ответов:

1 (см. стр. 89)

2 (см. стр. 91)

3 (см. стр. 95)

4 (см. стр. 97)

Со стр. 89

Вопрос 1

Ответ 3 — неверно

Со стр. 91

Вопрос 3

Ответ 3 — неверно

Со стр. 92

Вопрос 5

Ответ 4 — верно

Со стр. 95

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно

Со стр. 95

Вопрос 12

Ответ 1 — неверно

Со стр. 95

Вопрос 12

Ответ 3 — неверно

Со стр. 98

Вопрос 15

Ответ 4 — неверно

## Вопрос 11

Какой из ответов содержит основу гипотезы Р. Гранита (R. Granit) о механизмах цветного зрения?

Ответы:

Номера  
ответов:

Восприятие цвета основано на наличии в сетчатке трех различных типов колбочек, содержащих вещества, чувствительные к красному, зеленому и фиолетовому цветам

1 (см. стр. 90)

Элементы сетчатки разделяются на «доминаторы» и «модуляторы». Доминаторы реагируют на видимые лучи любой длины волны. Модуляторы реагируют только на лучи определенной длины волны — от 400 до 600 мкм. В этом диапазоне лучи разной длины волны воспринимаются семью различными типами модуляторов.

2 (см. стр. 92)

Сетчатка содержит элементы с тремя светочувствительными веществами: 1) бело-черным, 2) красно-зеленым, 3) желто-синим. Распад веществ под влиянием световых лучей дает ощущение белого, красного и желтого цветов. Под влиянием других световых лучей происходит синтез этих веществ и возникают ощущения черного, зеленого и синего цветов.

3 (см. стр. 94)

Все рецепторные элементы сетчатки содержат одинаковое светочувствительное вещество. Цветоразличение основано на наличии внутри колбочек различных цветных фильтров, делающих их преимущественно чувствительными к лучам определенной длины волны.

4 (см. стр. 98)

## Вопрос 12

А. Каков механизм биаурального слуха?

Б. Какова область звукового восприятия слухового анализатора человека?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Разная частота колебаний наружной слуховой мембраны правого и левого ушей.

Б. 6—20 000 гц.

1 (см. стр. 94)

А. Дискриминация во времени возбуждений, возникающих в правом и левом кортиевом органе.

Б. 16—20 000 гц.

2 (см. стр. 93)

А. Разная степень возбуждения, возникающая в рецепторах правого и левого кортиевого органа.

Б. 16—10 000 гц.

3 (см. стр. 92)

А. Разная амплитуда колебания *m. basilaris*.

Б. 6—10 000 гц.

4 (см. стр. 89)

Со стр. 90

Вопрос 2

Ответ 2 — неверно

Со стр. 91

Вопрос 4

Ответ 3 — верно

Со стр. 92

Вопрос 6

Ответ 2 — неверно

Со стр. 93

Вопрос 8

Ответ 2 — неверно

Со стр. 94

Вопрос 10

Ответ 3 — неверно

Со стр. 97

Вопрос 14

Ответ 4 — неверно

### Вопрос 13

Какова правильная последовательность явлений, приводящих к формированию слуховых ощущений?

Ответы:

Номера  
ответов:

Давление воздуха на наружную слуховую мембрану.

Колебание *m. basilaris*.

Передача механических колебаний с помощью слуховых косточек.

Возбуждение волосковых клеток от соприкосновения с *m. tectoria*.

Передача нервных импульсов в кору больших полушарий.

1 (см. стр. 90)

Колебание *m. basilaris*.

Давление воздуха на наружную слуховую мембрану.

Передача механических колебаний с помощью слуховых косточек.

Возбуждение волосковых клеток от соприкосновения с *m. tectoria*.

Передача нервных импульсов в кору больших полушарий.

2 (см. стр. 92)

Давление воздуха на наружную слуховую мембрану.

Передача механических колебаний с помощью слуховых косточек.

Колебание *m. basilaris*.

Передача нервных импульсов в кору больших полушарий.

Возбуждение волосковых клеток от соприкосновения с *m. tectoria*.

3 (см. стр. 94)

Давление воздуха на наружную слуховую мембрану.

Передача механических колебаний с помощью слуховых косточек.

Колебание *m. basilaris*.

Возбуждение волосковых клеток от соприкосновения с *m. tectoria*.

Передача нервных импульсов в кору больших полушарий.

4 (см. стр. 98)

Со стр. 89

Вопрос 1

Ответ 2 — неверно

Со стр. 90

Вопрос 2

Ответ 4 — неверно

Со стр. 91

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

Со стр. 92

Вопрос 5

Ответ 3 — неверно

Со стр. 93

Вопрос 7

Ответ 3 — неверно

Со стр. 94

Вопрос 9

Ответ 4 — неверно

Со стр. 98

Вопрос 15

Ответ 2 — неверно

## Вопрос 14

На какой из приведенных схем мозга человека правильно указана локализация корковых концов слухового, зрительного и тактильного анализаторов?

Ответы:

Номера  
ответов:

Со стр. 90

Вопрос 2

Ответ 1 — верно

Со стр. 91

Вопрос 4

Ответ 4 — неверно

Со стр. 92

Вопрос 6

Ответ 3 — неверно

Со стр. 93

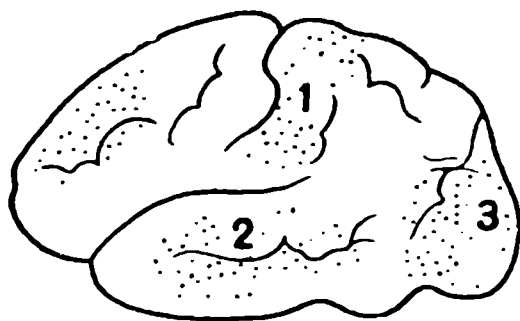
Вопрос 8

Ответ 3 — неверно

Со стр. 94

Вопрос 10

Ответ 4 — верно



1-тактильный  
2-слуховой  
3-зрительный

1

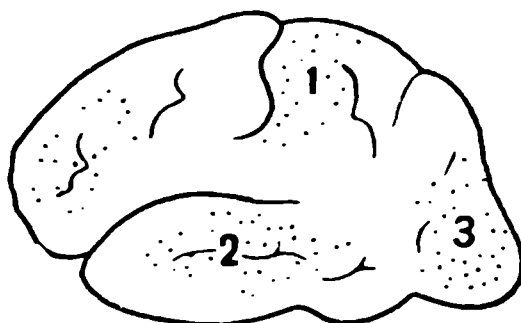
1 (см. стр. 91)



1-слуховой  
2-зрительный  
3-тактильный

2

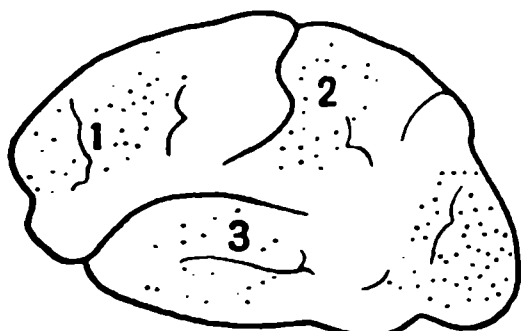
2 (см. стр. 93)



1-зрительный  
2-тактильный  
3-слуховой

3

3 (см. стр. 89)



1-слуховой  
2-зрительный  
3-тактильный

4

4 (см. стр. 95)

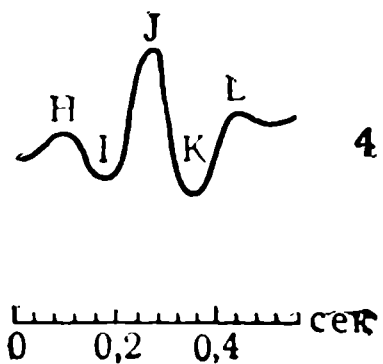
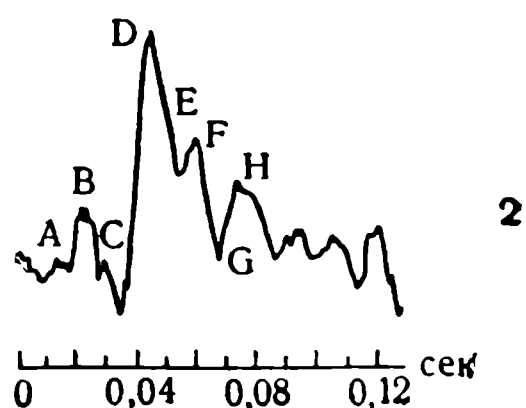
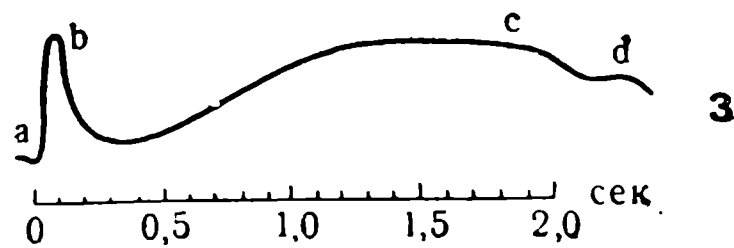
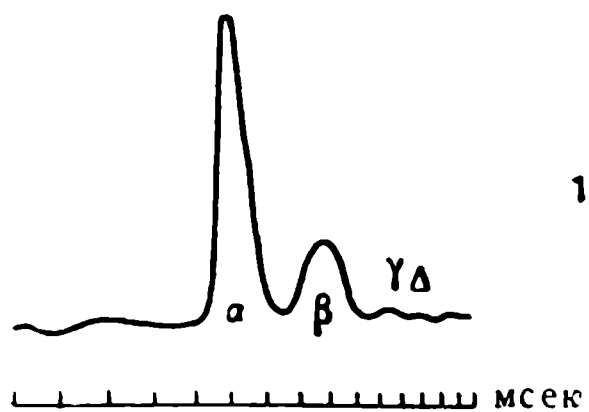


## Вопрос 15

Какая из приведенных ниже кривых является электроретинограммой?

Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 90)

2 (см. стр. 96)

3 (см. стр. 92)

4 (см. стр. 94)

Со стр. 89

Вопрос 1

Ответ 1 — верно

Со стр. 91

Вопрос 3

Ответ 1 — верно

Со стр. 92

Вопрос 5

Ответ 2 — неверно

Со стр. 93

Вопрос 7

Ответ 4 — неверно

Со стр. 94

Вопрос 9

Ответ 3 — неверно

Со стр. 95

Вопрос 11

Ответ 4 — неверно

Со стр. 96

Вопрос 13

Ответ 4 — верно

## РАЗДЕЛ XIII. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

### Вопрос 1

В каком из ответов правильно перечислены признаки ориентировочного рефлекса?

Ответы:

Номера  
ответов:

Со стр. 101

Вопрос 4

Ответ 1 — верно

Со стр. 102

Вопрос 6

Ответ 1 — неверно

Со стр. 103

Вопрос 8

Ответ 1 — неверно

Со стр. 104

Вопрос 9

Ответ 1 — неверно

Со стр. 106

Вопрос 13

Ответ 1 — верно

Со стр. 106

Вопрос 14

Ответ 2 — неверно

Со стр. 107

Вопрос 15

Ответ 1 — неверно

Врожденный, безусловный.

Возникает в ответ на любое внезапное изменение внешней среды.

Быстро угасает при повторных воздействиях одного и того же раздражителя.

Не исчезает при полном удалении коры больших полушарий.

1 (см. стр. 107)

Условный, приобретенный.

Возникает в ответ на любое внезапное изменение внешней среды.

Быстро угасает при повторных воздействиях одного и того же раздражителя.

Не исчезает при полном удалении коры больших полушарий.

2 (см. стр. 105)

Врожденный, безусловный.

Возникновение не связано с внезапным изменением внешней среды.

Быстро угасает при повторных воздействиях одного и того же раздражителя.

Не исчезает при полном удалении коры больших полушарий.

3 (см. стр. 103)

Врожденный, безусловный.

Возникает в ответ на любое внезапное изменение внешней среды.

Не угасает при повторных воздействиях одного и того же раздражителя.

Исчезает при полном удалении коры больших полушарий.

4 (см. стр. 101)

## Вопрос 2

В каком из ответов приведены оптимальные условия для образования условного рефлекса?

Ответы:

Номера  
ответов:

Несовпадение во времени двух раздражителей.  
Условный раздражитель сильнее безусловного.

1 (см. стр. 104)

Полное совпадение во времени двух раздражителей.  
Условный раздражитель сильнее безусловного.

2 (см. стр. 102)

Совпадение во времени двух раздражителей с предшествованием безусловного.  
Условный раздражитель слабее безусловного.

3 (см. стр. 105)

Совпадение во времени двух раздражителей с предшествованием условного.  
Условный раздражитель слабее безусловного.

4 (см. стр. 106)

## Вопрос 3

Какими качествами характеризуются: А) безусловный рефлекс; Б) условный рефлекс?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Врожденный.  
Временный.  
Видовой.

Б. Приобретенный.  
Постоянный.  
Индивидуальный.

1 (см. стр. 107)

А. Приобретенный.  
Постоянный.  
Видовой.

Б. Врожденный.  
Временный.  
Индивидуальный.

2 (см. стр. 105)

А. Приобретенный.  
Временный.  
Индивидуальный.

Б. Врожденный.  
Постоянный.  
Видовой.

3 (см. стр. 103)

А. Врожденный.  
Постоянный.  
Видовой.

Б. Приобретенный.  
Временный.  
Индивидуальный.

4 (см. стр. 101)

Со стр. 101

Вопрос 4

Ответ 4 — неверно

Со стр. 102

Вопрос 5

Ответ 1 — неверно

Со стр. 103

Вопрос 7

Ответ 1 — неверно

Со стр. 104

Вопрос 10

Ответ 4 — верно

Со стр. 105

Вопрос 11

Ответ 1 — неверно

Со стр. 105

Вопрос 12

Ответ 2 — неверно

Со стр. 106

Вопрос 14

Ответ 1 — неверно

## Вопрос 4

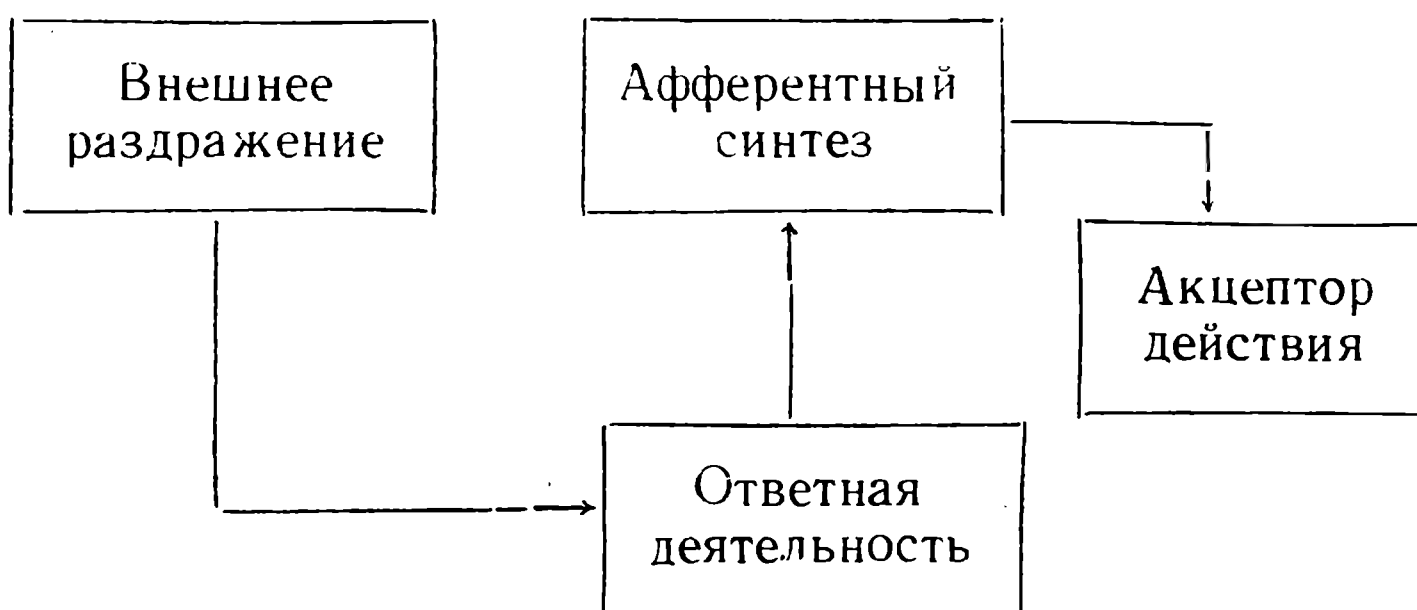
Какова схема осуществления условного рефлекса по П. К. Анохину?

Ответы:

Номера  
ответов:



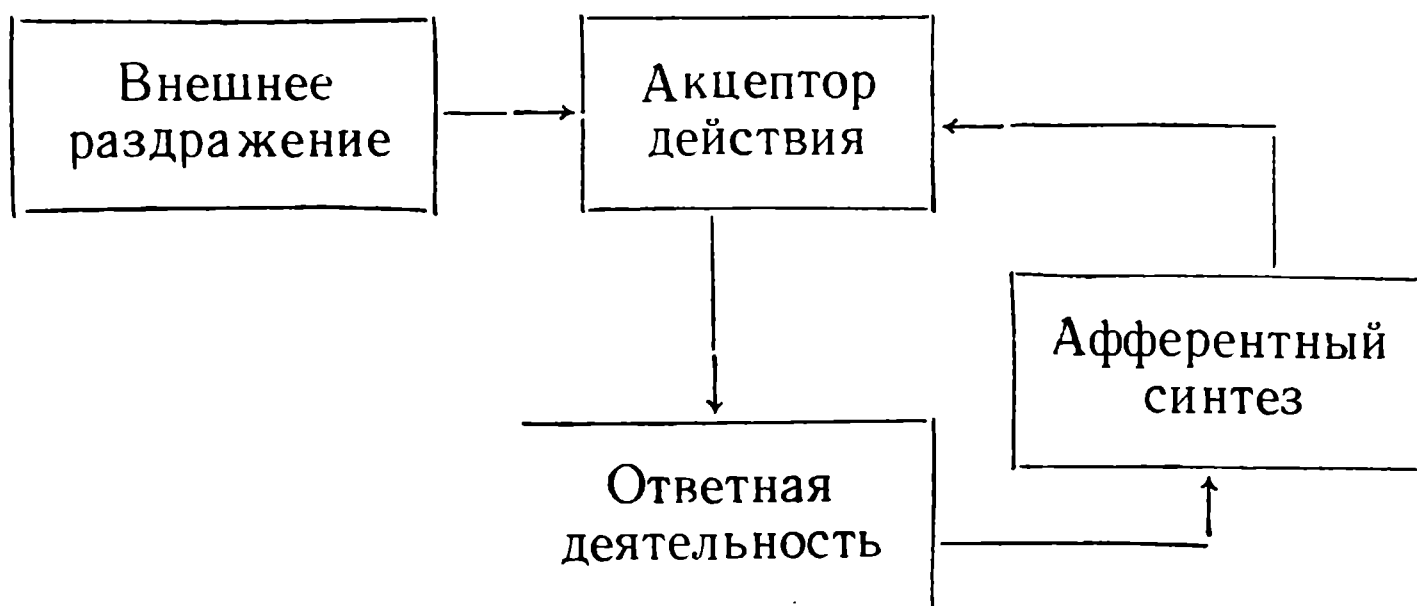
1 (см. стр. 99)



2 (см. стр. 104)



3 (см. стр. 106)



4 (см. стр. 100)

Со стр. 99

Вопрос 1

Ответ 4 — неверно

Со стр. 100

Вопрос 3

Ответ 4 — верно

Со стр. 103

Вопрос 8

Ответ 3 — верно

Со стр. 104

Вопрос 9

Ответ 2 — неверно

Со стр. 104

Вопрос 10

Ответ 1 — неверно

Со стр. 106

Вопрос 13

Ответ 2 — неверно

Со стр. 107

Вопрос 15

Ответ 2 — верно



### Вопрос 5

Что такое, согласно представлениям П. К. Анохина, «обратная афферентация», как одно из проявлений функциональной системы?

Ответы:

Номера  
ответов:

Процесс сопоставления данного раздражителя с обстановкой и предшествующим опытом.

1 (см. стр. 100)

Процесс формирования модели будущего рефлекторного акта.

2 (см. стр. 104)

Процесс сопоставления результата рефлекторного акта с моделью предполагаемого эффекта.

3 (см. стр. 106)

Поступление в высшие отделы нервной системы информации о достигнутом приспособительном эффекте.

4 (см. стр. 107)

### Вопрос 6

А. Подчиняются ли выработанные условные рефлексы «закону силы» (в диапазоне средних по силе раздражителей)?

Б. Зависит ли величина условного рефлекса в процессе его выработки от силы подкрепляющего безусловного раздражителя?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Нет.

Б. Да.

1 (см. стр. 99)

А. Да.

Б. Да.

2 (см. стр. 103)

А. Нет.

Б. Нет.

3 (см. стр. 104)

А. Да.

Б. Нет.

4 (см. стр. 106)

Со стр. 100

Вопрос 2

Ответ 2 — неверно

Со стр. 103

Вопрос 7

Ответ 2 — неверно

Со стр. 103

Вопрос 8

Ответ 2 — неверно

Со стр. 105

Вопрос 11

Ответ 2 — верно

Со стр. 105

Вопрос 12

Ответ 3 — неверно

Со стр. 106

Вопрос 14

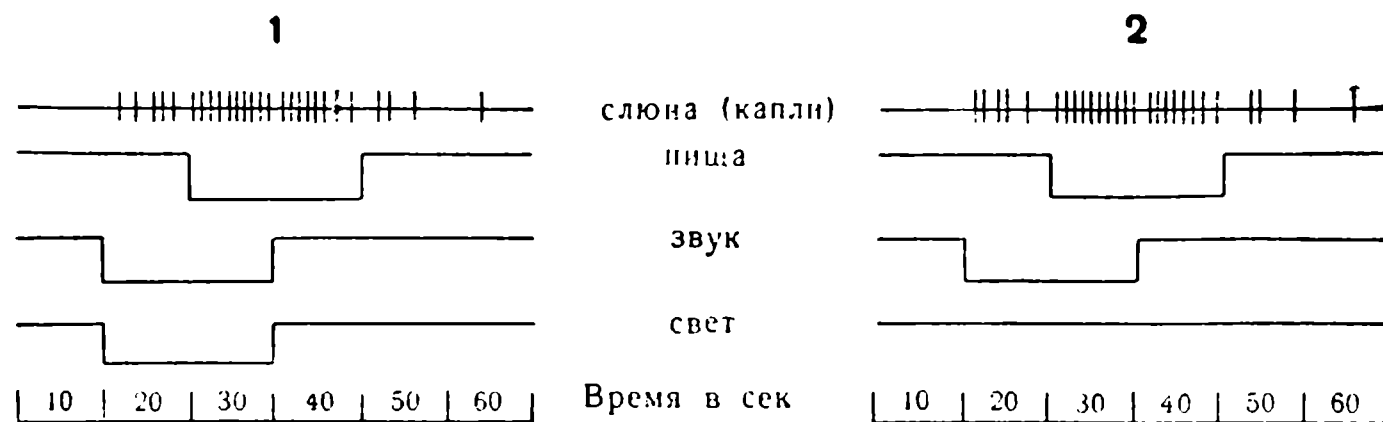
Ответ 4 — неверно

## Вопрос 7

Какая из приведенных ниже схем отражает выработанный условный рефлекс второго порядка?

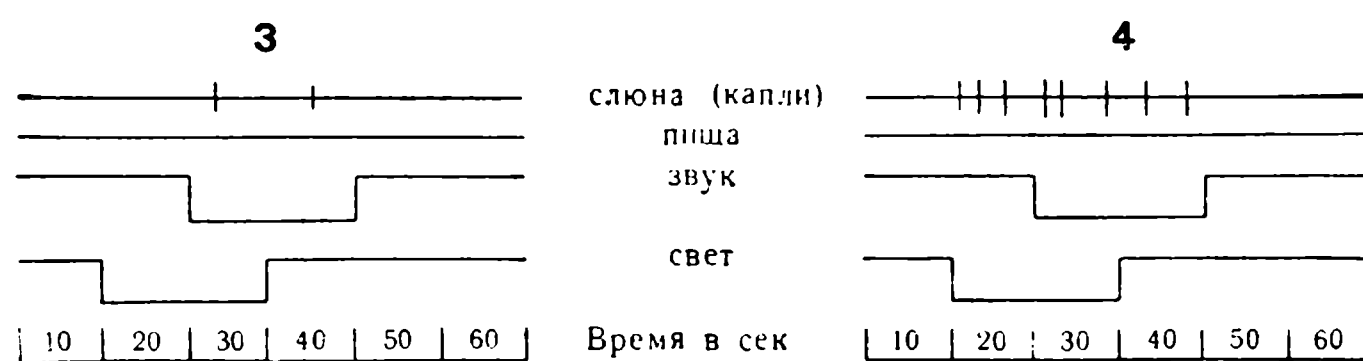
Ответы:

Номера  
ответов:



1 (см. стр. 100)

2 (см. стр. 102)



3 (см. стр. 106)

4 (см. стр. 107)

Со стр. 99

Вопрос 1

Ответ 3 — неверно

Со стр. 100

Вопрос 3

Ответ 3 — неверно

Со стр. 102

Вопрос 6

Ответ 2 — верно

Со стр. 105

Вопрос 12

Ответ 1 — верно

Со стр. 106

Вопрос 13

Ответ 3 — неверно

Со стр. 107

Вопрос 15

Ответ 3 — неверно

## Вопрос 8

А. Какой вид торможения (по классификации Павлова) выработается в эксперименте, если перед условным раздражителем предъявлять индифферентный и это сочетание не подкреплять?

Б. Какой из видов торможения имеет наиболее выраженную охранительную функцию?

Ответы:

Номера  
ответов:

А. Дифференцировочное торможение.

Б. Угасательное торможение.

1 (см. стр. 99)

А. Угасательное торможение.

Б. Запоздывательное торможение.

2 (см. стр. 102)

А. Условный тормоз.

Б. Запредельное торможение.

3 (см. стр. 101)

А. Запоздывательное торможение.

Б. Дифференцировочное торможение.

4 (см. стр. 106)

### Вопрос 9

Какие из перечисленных видов торможения отнесены И. П. Павловым к внутреннему торможению?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

Запаздывательное торможение.

Дифференцировочное торможение.

Последовательная отрицательная индукция.

Одновременная отрицательная индукция.

1 (см. стр. 99)

Запредельное торможение.

Угасательное торможение.

Условный тормоз.

Одновременная отрицательная индукция.

2 (см. стр. 101)

Угасательное торможение.

Запаздывательное торможение.

Дифференцировочное торможение.

Условный тормоз.

3 (см. стр. 105)

Угасательное торможение.

Запредельное торможение.

Дифференцировочное торможение.

Условный тормоз.

4 (см. стр. 107)

### Вопрос 10

Какие изменения наблюдаются в электроэнцефалограмме в начале выработки условного рефлекса при предъявлении условного раздражителя?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

Смена бета-ритма альфа-ритмом.

1 (см. стр. 101)

Появление дельта-ритма.

2 (см. стр. 105)

Появление тета-ритма.

3 (см. стр. 106)

Возникновение реакции десинхронизации.

4 (см. стр. 100)

Со стр. 100

Вопрос 2

Ответ 1 — неверно

Со стр. 101

Вопрос 4

Ответ 2 — неверно

Со стр. 102

Вопрос 5

Ответ 2 — неверно

Со стр. 102

Вопрос 6

Ответ 3 — неверно

Со стр. 105

Вопрос 11

Ответ 3 — неверно

Со стр. 105

Вопрос 12

Ответ 4 — неверно

Со стр. 106

Вопрос 14

Ответ 3 — верно

## Вопрос 11

- А. Чем обуславливается увеличение положительного условного рефлекса, если он воспроизводится через несколько секунд вслед за хорошо упроченной дифференцировкой к нему?
- Б. В основе какого вида торможения, по мнению И. П. Павлова, лежит явление одновременной отрицательной индукции?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

А. Положительной одновременной индукцией.

Б. В основе внешнего торможения.

1 (см. стр. 100)

А. Положительной последовательной индукцией.

Б. В основе внешнего торможения.

2 (см. стр. 102)

А. Положительной последовательной индукцией.

Б. В основе внутреннего торможения.

3 (см. стр. 104)

А. Положительной одновременной индукцией.

Б. В основе внутреннего торможения.

4 (см. стр. 107)

## Вопрос 12

Какой из ответов правильно отражает предположительные взаимоотношения коры и некоторых подкорковых образований в состоянии бодрствования согласно теории сна, предложенной П. К. Анохиным?

О т в е т ы :

Но м е р а  
о т в е т о в :

Ретикулярная формация активизирует кору, кора тормозит центр Гесса, центр Гесса теряет способность тормозить ретикулярную формацию.

1 (см. стр. 103)

Ретикулярная формация тормозит кору, кора тормозит центр Гесса, центр Гесса перестает оказывать на ретикулярную формацию тормозящее влияние.

2 (см. стр. 100)

Ретикулярная формация активизирует кору, кора возбуждает центр Гесса, центр Гесса возбуждает ретикулярную формацию.

3 (см. стр. 102)

Ретикулярная формация тормозит кору, при этом возбуждается центр Гесса, центр Гесса тормозит ретикулярную формацию.

4 (см. стр. 104)

**Со стр. 99**

Вопрос 1

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 100**

Вопрос 2

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 100**

Вопрос 3

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 104**

Вопрос 9

Ответ 3 — верно

**Со стр. 104**

Вопрос 10

Ответ 2 — неверно

**Со стр. 105**

Вопрос 11

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 107**

Вопрос 15

Ответ 4 — неверно



### Вопрос 13

- А. Какому темпераменту (по классификации Гиппократата) соответствует сильный уравновешенный инертный тип нервной системы (по классификации И. П. Павлова)?
- Б. Какова причина возникновения функционального невроза при переделке динамического стереотипа?

Ответы:

Номера  
ответов:

- А. Флегматическому.
- Б. Перенапряжение подвижности процессов торможения и возбуждения. 1 (см. стр. 99)
- А. Меланхолическому.
- Б. Перенапряжение силы процесса торможения. 2 (см. стр. 101)
- А. Сангвиническому.
- Б. Перенапряжение силы процесса возбуждения. 3 (см. стр. 103)
- А. Холерическому.
- Б. Перенапряжение силы и подвижности процессов торможения и возбуждения. 4 (см. стр. 107)

### Вопрос 14

- А. Что, по представлению И. П. Павлова, лежит в основе гипноза?
- Б. Какие фазы и в какой последовательности имеют место в корковых клетках при переходе от состояния бодрствования ко сну?

Ответы:

Номера  
ответов:

- А. Общее разлитое торможение.
- Б. Парадоксальная, уравнительная, ультрапарадоксальная. 1 (см. стр. 100)
- А. Общее разлитое возбуждение.
- Б. Уравнительная, ультрапарадоксальная, парадоксальная. 2 (см. стр. 99)
- А. Частичное (парциальное) торможение с наличием очагов возбуждения.
- Б. Уравнительная, парадоксальная, ультрапарадоксальная. 3 (см. стр. 104)
- А. Разлитое возбуждение с наличием очагов торможения.
- Б. Ультрапарадоксальная, уравнительная, парадоксальная. 4 (см. стр. 102)

**Со стр. 100**

Вопрос 2

Ответ 4 — верно

**Со стр. 101**

Вопрос 4

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 102**

Вопрос 5

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 102**

Вопрос 6

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 103**

Вопрос 7

Ответ 3 — неверно

**Со стр. 103**

Вопрос 8

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 104**

Вопрос 10

Ответ 3 — неверно

## Вопрос 15

В каком из ответов приведены высказывания о взаимодействии человека с внешней средой, принадлежащие:

- А) В. И. Ленину;
- Б) И. Мюллеру (I. Muller);
- В) Г. Гельмгольцу (H. Helmholtz)?

1. «В душе не происходит движения без того, чтобы не было движения в мозгу и наоборот».
2. «...На всякое как адекватное, так и неадекватное раздражение орган чувств дает присущий только ему вид ощущений».
3. «Я обозначил ощущение как символ внешних явлений и я отверг за ними всякую аналогию с вещами, которые они представляют».
4. «Ощущение — есть действительно непосредственная связь сознания с внешним миром, есть превращение энергии внешнего раздражения в факт сознания».
5. «...Наши понятия и представления суть действия, которые производят на нашу нервную систему и на наше сознание предметы, которые мы видим или которые мы себе представляем».

Ответы:

Номера  
ответов:

А — 5.

Б — 3.

В — 1.

1 (см. стр. 99)

А — 4.

Б — 2.

В — 3.

2 (см. стр. 101)

А — 5.

Б — 2.

В — 3.

3 (см. стр. 103)

А — 4.

Б — 2.

В — 1.

4 (см. стр. 105)

**Со стр. 99**

Вопрос 1

Ответ 1 — верно

**Со стр. 100**

Вопрос 3

Ответ 1 — неверно

**Со стр. 102**

Вопрос 5

Ответ 4 — верно

**Со стр. 103**

Вопрос 7

Ответ 4 — верно

**Со стр. 104**

Вопрос 9

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 105**

Вопрос 11

Ответ 4 — неверно

**Со стр. 106**

Вопрос 13

Ответ 4 — неверно

# ПРИЛОЖЕНИЕ

# I. НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

## A. ПРИНЦИПЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Физиологический эксперимент имеет целью установить и уточнить определенные свойства физиологических объектов или процессов. Последние, как все биологические объекты и процессы, характеризуются вариабельностью, «естественными» колебаниями параметров. Эта вариабельность является одной из причин разброса величин измерений при характеристике какой-либо стороны изучаемого физиологического процесса. Положение усугубляется моментами, общими для всех исследований, а именно тем, что разброс результатов измерений увеличивается в связи с несовершенством приборов исследования и органов чувств наблюдателя. Разумеется, оценка оказалась бы наиболее достоверной, т. е. правильно отображающей объективную действительность, в случае учета всей генеральной совокупности такого рода процессов. Однако это сделать практически невозможно. Приходится оценивать процесс по некоторому количеству измерений, применяя статистические методы их обработки. Статистика оказывается полезной при обработке численных экспериментальных данных именно потому, что основана на признании изменчивости этих данных. Методы математической статистики дают возможность вычислить определенные величины, характеризующие весь процесс в целом, а также применить теорию вероятностей к этим величинам. Теория вероятностей позволяет сделать вывод о случайности или закономерности полученного экспериментального результата, а также указать пределы, в которых должно лежать неизвестное истинное значение.

Для того чтобы измерения были представительными и отражали типичные свойства процесса, они должны получаться в максимально адекватных, строго продуманных условиях, помогающих исследователю оценить свойства процесса. Число единиц наблюдения определяется характером изучаемого объекта или процесса, его пространственностью, а также степенью разброса результатов измерений. Оно может быть равным нескольким сотням, десяткам, в общем же случае, как это следует из теории вероятностей, число измерений может считаться достаточно большим и представительным, если оно более 30.

В силу указанных выше особенностей объектов физиологических исследований результаты измерений какой-либо величины отклоняются в той или иной мере от своего среднего значения. Степень отклонения характеризует полученный ряд величин и лежит в основе суждения о достоверности среднего значения, т. е. о возможности характеризовать им весь изучаемый процесс. Наиболее употребительно **среднее арифметическое значение**. Оно дает представление о среднем значении изучаемой величины при данных условиях эксперимента и

равно частному от деления суммы величин измерений на число измерений:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x,$$

где  $n$  — количество измерений;  $\sum$  — символ математического суммирования, означающий, что следует сложить результаты всех измерений. Чем меньше средняя величина отличается от образующих ее слагаемых, тем она достовернее. Величину, характеризующую рассеяние полученного в результате измерений ряда величин, в статистике называют **мерой рассеяния**. Она равна среднему квадратичному (стандартному) отклонению результата отдельного измерения от среднего значения:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{n - 1}},$$

где  $\sum (\bar{x} - x)^2$  — сумма квадратов отклонений измерений от их среднего значения. Чем меньше мера рассеяния, тем более достоверным является полученный результат. Конечный результат измерений обычно представляется в виде  $\bar{x} \pm S\bar{x}$ , где  $S\bar{x}$  есть средняя ошибка среднего арифметического значения, которая вычисляется по формуле:

$$S\bar{x} = \frac{S}{\sqrt{n}}.$$

Теоретически доказана возможность более четкого суждения о достоверности или недостоверности конечного результата измерений. Результат может считаться достоверным, если по меньшей мере 68,3% полученных в результате измерений величин находится в пределах  $\bar{x} \pm S$ , либо 95,5% — в пределах  $\bar{x} \pm 2S$ , либо 99,7% — в пределах  $\bar{x} \pm 3S$ , т. е. имеется, например, 99,7% вероятности, что — результат какого-либо измерения попадет в интервал  $\bar{x} \pm 3S$ . В зависимости от характера исследования экспериментатор может выбирать значение вероятности и тем устанавливать допустимые отклонения от среднего арифметического значения. Если требуется вычислить пределы значения результатов измерения при 99 или 95% вероятности, то они будут равны соответственно  $\bar{x} \pm 2,576S$  и  $\bar{x} \pm 1,960S$ .

Рассмотрим пример. Для каких-либо физиологических исследований требуется подобрать группу молодых мужчин 20—25 лет, однородную по весу. Будем считать, что для данных исследований группа может считаться однородной, а отклонения веса случайными, если 99% результатов измерений приходится на интервал  $\bar{x} \pm 2,576S$ .

В приведенной ниже таблице в первой графе представлены величины веса 36 молодых мужчин, во вто-



рой — отклонения отдельных величин от среднего арифметического значения, в третьей — квадраты отклонений.

	x	$\bar{x} - x$	$(\bar{x} - x)^2$
1	79,1	-7,0	49,00
2	90,5	-18,4	338,56
3	76,3	-4,2	17,64
4	70,7	+1,4	1,96
5	80,7	-8,6	73,96
6	77,2	-5,1	26,01
7	71,5	+0,6	0,36
8	70,5	+1,6	2,56
9	75,0	-2,9	8,41
10	82,1	-10,0	100,00
11	58,5	+13,8	190,44
12	56,2	+15,9	252,81
13	74,5	-2,4	5,76
14	65,3	-6,8	46,24
15	75,4	-3,3	10,89
16	70,0	+2,1	4,41
17	76,1	-4,0	16,00
18	68,0	+4,1	16,81
19	81,3	-9,2	84,64
20	69,6	+2,5	6,25
21	73,5	-1,4	1,96
22	78,6	-6,5	42,25
23	54,5	+17,6	309,76
24	68,2	+3,9	15,21
25	80,1	-8,0	64,00
26	74,3	-2,2	4,84
27	73,0	-0,9	0,81
28	63,4	+8,7	75,69
29	61,8	+10,3	106,09
30	61,2	+10,9	118,81
31	84,2	-12,1	146,41
32	60,4	+11,7	136,89
33	72,6	-0,5	0,25
34	86,3	-14,2	201,64
35	62,2	+9,9	98,01
36	71,5	+0,6	0,36
$\Sigma = 2594,1$		$\Sigma = 2535,69$	

Вычисляем среднее арифметическое значение:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x = \frac{2594,1}{36} = 72,1 \text{ кг};$$

меру рассеяния:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{2535,69}{35}} = 8,5 \text{ кг};$$

среднюю ошибку среднего арифметического значения:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{8,5}{\sqrt{36}} = \frac{8,5}{6} = 1,2 \text{ кг}.$$

Таким образом, конечный результат измерений равен:  $72,1 \pm 1,2 \text{ кг}$ . Находим интервал величин измерений:  $\bar{x} \pm 2,576S = 72,1 \pm 21,9$ .

Сопоставив полученные знания, делаем вывод: группа может считаться однородной, а отклонения веса случайными, так как все величины веса лежат в интервале  $\bar{x} \pm 2,576S$ .

Иногда возникает необходимость сравнить полученное среднее арифметическое значение с другими, вычисленными при однородных условиях эксперимента. Для сравнения средних значений пользуются способом, позволяющим определить, является ли разность средних арифметических значений случайной. Она достоверна, не случайна, если более чем в 2,576 раза превышает величину, равную корню квадратному из суммы квадратов возможных ошибок.

Поясним примером. В большом количестве наблюдений у юношей 15—17 лет установлены следующие цифры артериального давления:

максимальное  $116,28 \pm 0,213 \text{ мм рт. ст.}$ ,

минимальное  $68,60 \pm 0,161 \text{ мм рт. ст.}$ ;

у взрослых мужчин 35—40 лет:

максимальное  $121,17 \pm 1,094 \text{ мм рт. ст.}$ ,

минимальное  $75,40 \pm 0,882 \text{ мм рт. ст.}$

Разность между величинами артериального давления у юношей и взрослых мужчин по правилу сравнения средних арифметических значений не случайна, если чис-

литель формулы  $\frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{S_{\bar{x}_2}^2 + S_{\bar{x}_1}^2}}$  более чем в 2,576

раза превышает знаменатель. Относительно разницы максимального артериального давления узнаем:

$$\frac{121,17 - 116,28}{\sqrt{1,094^2 + 0,213^2}} = \frac{4,89}{\sqrt{1,242205}} = \frac{4,89}{1,11} = 4,27.$$

Что касается разницы минимального артериального давления, то:

$$\frac{75,40 - 68,60}{\sqrt{0,161^2 + 0,882^2}} = \frac{6,80}{\sqrt{0,803845}} = \frac{6,80}{0,90} = 7,55,$$

т. е. разница величин максимального и минимального артериального давления у юношей и взрослых мужчин обусловлена не индивидуальными особенностями испытуемых, а определенными физиологическими особенностями, характерными для данных возрастных групп.

Как было указано, перечисленные методы оценки экспериментальных данных применимы только в случаях наличия большого экспериментального материала, т. е. более 30 единиц наблюдения. Что же делать, когда число единиц наблюдения 20, 10? Ведь в некоторых случаях просто невозможно получить дополнительные данные, а иногда условия эксперимента так изменяются, что приемлемой однородности результатов можно добиться только в пределах сравнительно небольшой части наблюдений. В этих случаях применяют такие методы анализа, которые позволяют объективно решить, какие выводы можно сделать из имеющегося материала.

Рассмотрим способ сравнения средних значений двух групп результатов измерений, из которых по крайней мере одна мала. В этом случае в качестве критерия можно использовать величину, которая определяется по формуле:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}},$$

где  $S$  — оценка квадратичного отклонения, полученная при объединении обеих групп:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x}_1 - x)^2 + \sum (\bar{x}_2 - x)^2}{n_1 + n_2 - 2}}.$$

Вычислив по формуле величину  $t$ , найдем в таблице распределение  $t$  (Стьюдента) значение, соответствующее  $n_1 + n_2 - 2$ . Сравнивая величины, найденные по формуле и в таблице, решаем вопрос о целесообразности отнесения наблюдаемых различий двух групп изменений к случайным. Если величина  $t$ , найденная по формуле, превышает табличную, это значит, что разница в результатах двух групп измерений не случайна.

$t$  распределение Стьюдента (сокращенная таблица)

$n_1 + n_2 - 2$	$t$	$n_1 + n_2 - 2$	$t$
1	12,710	17	2,110
2	4,303	18	2,101
3	3,182	19	2,093
4	2,776	20	2,086
5	2,571	21	2,080
6	2,447	22	2,074
7	2,365	23	2,068
8	2,306	24	2,064
9	2,262	25	2,060
10	2,228	26	2,056
11	2,201	27	2,052
12	2,179	28	2,048
13	2,160	29	2,045
14	2,145	30	2,042
15	2,131	$\infty$	1,960
16	2,120		

### Б. ЭЛЕМЕНТЫ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Помимо статистики, рассматривающей группы аналогичных объектов или процессов, обладающих одной качественной определенностью, в физиологии используются и количественные методы, которые дают числовые характеристики, относящиеся к объектам или процессам, исследованным односторонне или многосторонне, моментально или в движении, но изолированно. Количественная физиология пользуется функциями одной или нескольких переменных, кривыми, производными и дифференциалами, дифференциальными уравнениями.

Если измерять температуру человеческого тела в разное время дня, то наблюдаются изменения ее с течением времени; с возрастом изменяется рост человека, его вес. Характерным для названных величин является их изменение во времени и пространстве. Такие величины называются переменными. Часто переменные закономерно связаны друг с другом, т. е. имеется определенная форма связи между определенными явлениями. Закономерность, связывающая друг с другом две переменные, называется функцией. В основном это значит, что одна из переменных изменяется независимо от другой, поэтому она называется независимой переменной, или аргументом функции (например, возраст), другая же переменная изменяется при изменении первой (рост, вес) и называется зависимой переменной. Поэтому можно сказать, что рост является функцией возраста.

Функциональная связь двух переменных выражается формулой:

$$y = f(x),$$

где  $x$  — независимая переменная величина;  $y$  — зависимая, а знак  $f(x)$  — сокращенная запись словесного выражения «функции от  $x$ ». Численные значения переменных образуют пары, которые можно свести в таблицу. Такая таблица дает представление о характере изменений зависимой переменной при изменении независимой. Однако часто оценка функции по таблице трудна. Возможность более быстрого просмотра и анализа общего характера функции дает ее графическое изображение. Оно резюмирует и заменяет таблицу.

Графическое изображение функции осуществляется следующим образом. Строят две прямые с нанесенными на них единицами измерения под прямым углом друг к другу, так, чтобы совпали их нулевые точки. Прямые называются осями координат. На горизонтальной прямой — абсциссе — откладывают значения независимой переменной  $x$ , на вертикальной — ординате — зависимой переменной  $y$ . Согласно паре значений функций, к соответствующим точкам осей координат строят перпендикуляры, которые пересекутся в некоторой точке системы координат между ее осями. Если же провести эту операцию и для других пар значений функции, то получится совокупность точек в системе координат. Эти

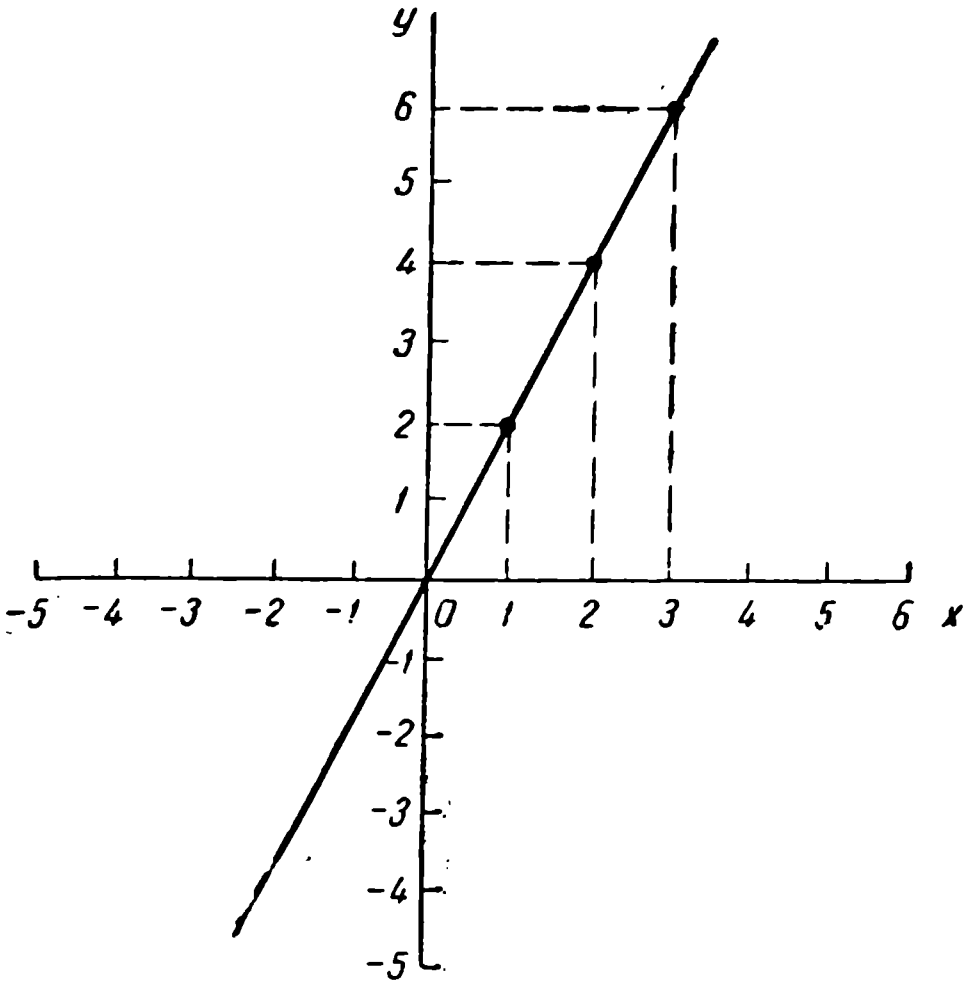


Рис. 181. Объяснение в тексте.

точки можно соединить одной линией. Так возникает изображение функции  $y=f(x)$ , и оно будет тем точнее, чем чаще будут расположены точки (рис. 181, 182).

Для сравнения нескольких однородных или связанных между собой функций можно представить графические изображения соответствующих функций в одной системе координат. Чтобы не затруднять оценку, они должны различаться окраской, формой, толщиной; на одном графике не следует давать более 4—5 изображений (рис. 183).

Наряду с прямоугольной системой координат существуют и другие, среди которых отметим пространственную систему координат. В этом случае прямоугольной системе координат придается третья прямая, перпендикулярная плоскости, проходящей через первые две прямые. В пространственной системе координат изображаются

функции, которые зависят от двух аргументов и выражаются общей для всех подобных функций формулой:

$$y = f(x, z).$$

Так, например, артериальное давление зависит как от работы сердца, так и от ширины просвета артериальных сосудов; амплитуда биоэлектрических потенциалов, регистрируемых в коре головного мозга, обусловлена как интенсивностью раздражения периферического нерва, так

и глубиной наркоза. В первом примере (рис. 184), иллюстрирующем пространственную систему координат, представлена зависимость частоты разряда нейронов улитки от интенсивности и частоты звукового раздражения. На чертеже данные функциональной зависимости изображаются при помощи системы геометрических фигур — треугольников. Такой способ графического изображения зависимости между величинами называется **диаграммой**. Во втором примере (рис. 185) представлен регрессивный анализ вызванной (●) и спонтанной (○)

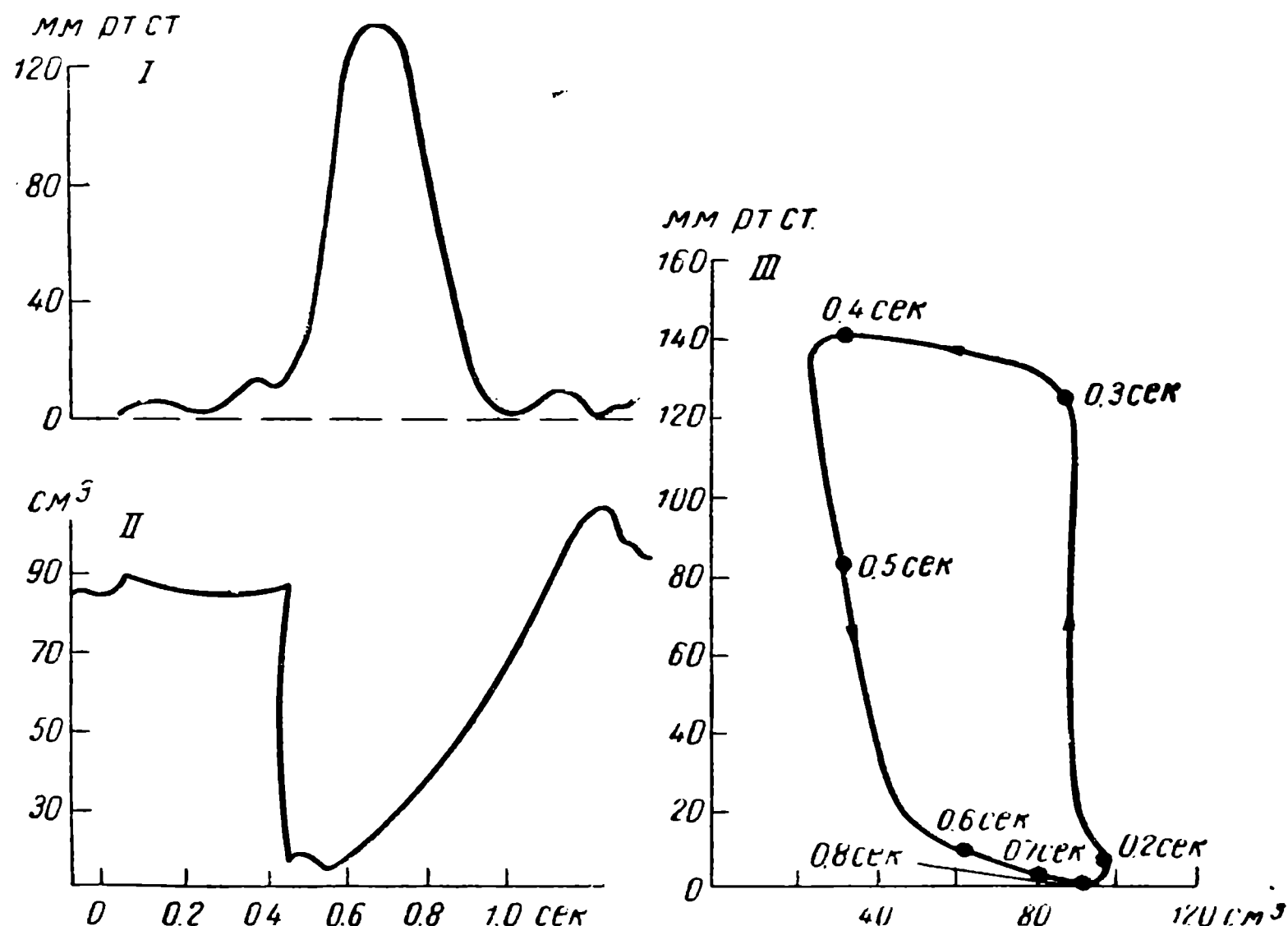


Рис. 182. Графики изменения давления (I) и объема (II) левого желудочка сердца на протяжении сердечного цикла. Откладывая значения объема на горизонтальной оси, а значения давления — по вертикальной, получим диаграмму сердца (III). Заключенная внутри нее площадь служит мерой произведенной сердцем работы.

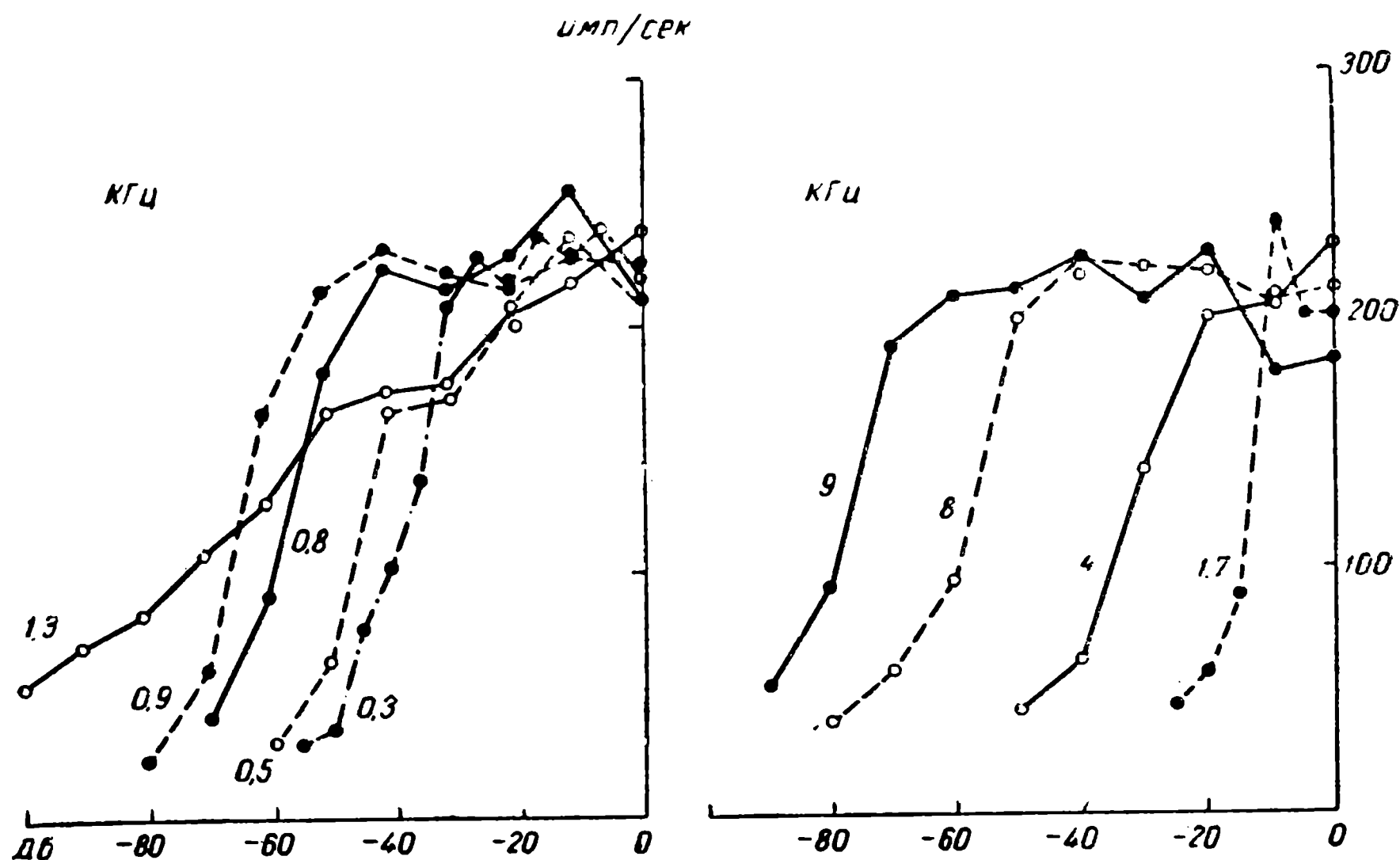


Рис. 183. Графики зависимости частоты разряда нейронов улитки от интенсивности звука в децибеллах (дб), на вертикальных осях — число импульсов в секунду (имп/сек). Цифры между осями координат обозначают частоту звука в килогерцах (кГц).

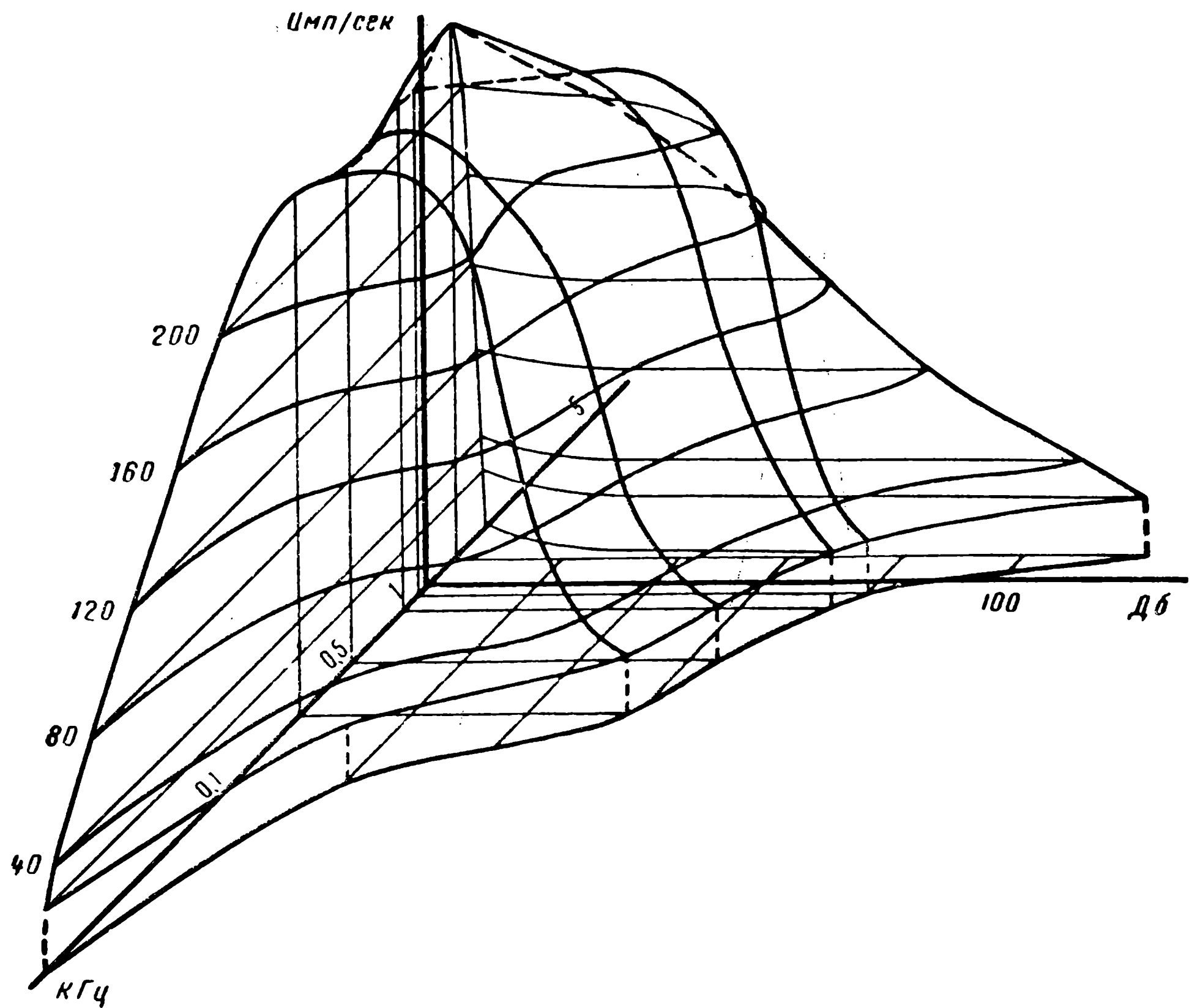


Рис. 184. Трехмерная диаграмма (пространственная система координат), более полно представляющая зависимости, показанные на рис. 183. На горизонтальных осях системы координат отложены величины частоты и относительной интенсивности звука, на вертикальной — частота разряда нейронов. Треугольники в горизонтальной плоскости представляют поле нейрона определенной частоты на различные по интенсивности и частоте слуховые раздражения.

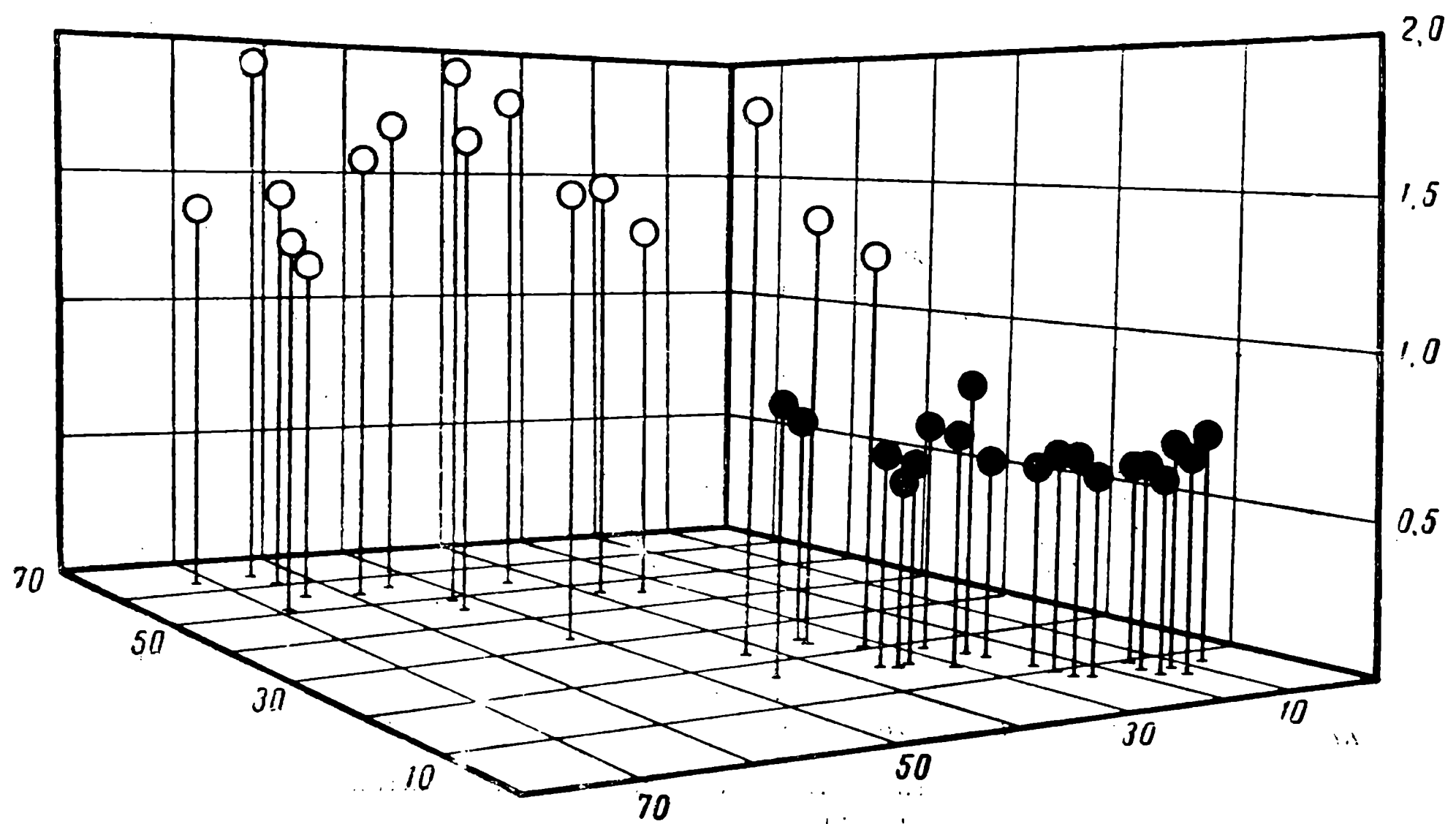


Рис. 185. Объяснение в тексте.



активности 35 нейронов зрительного бугра. На горизонтальных осях системы координат отложены значения средней активности нейронов (средний интервал между импульсами) и стандартные отклонения, полученные при статистической обработке величин интервалов между импульсами. На вертикальной оси системы отложены значения коэффициента регрессии, который представляет собой наклон линии регрессии между средними значениями и стандартными отклонениями.

Кроме табличного и графического способов выражения функциональной зависимости, существует аналитический способ, состоящий в задании функции одной или несколькими формулами. Формулы компактно и достаточно просто для анализа представляют часто очень широкую функциональную зависимость. Например, в математическом выражении объемная скорость тока жидкости ( $Q$ ), т. е. количество жидкости, протекающей через сосуд в единицу времени, прямо пропорциональна разности давлений ( $P_1 - P_2$ ) и обратно пропорциональна сопротивлению периферической системы сосудов ( $R$ ) и вязкости жидкости ( $I$ ):

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{RI}.$$

Кроме того, в высшей математике разработан ряд методов, которые позволяют представить ход кривой графика анализируемой функции чисто математическим путем и

в особенности показать, какие характерные точки (максимум, минимум и др.) имеет данная функция. Такую возможность предоставляет дифференциальное исчисление.

Математика представляет собой удобную символическую логическую систему, которая служит схемой объектов и процессов. Такая схематизация, абстрактное описание уже сейчас оказывается полезной как в физиологии, так и в практической медицине и сулит большие возможности в будущем. Именно абстрактное описание сторон объектов и процессов лежит в основе использования электронных вычислительных машин для быстрого преобразования многочисленной исходной информации в нужном направлении. Примером могут служить электронные машины для постановки диагноза, в основе которых лежит переработка закодированной информации о состоянии здоровья пациента, электронные вычислительные машины, широко используемые для обработки данных электроэнцефалографических исследований.

Математика становится надежным помощником исследователя. Все, что дает математика: удобная форма накопления наблюдений, закономерная последовательность математических абстракций, быстрое преобразование информации — все это представляет большие возможности для рационального мышления выйти за пределы, создаваемые интуитивным мышлением, что означает качественный скачок в процессе познания физиологических закономерностей.

## II. ОСНОВНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

### Кровь

#### Общие свойства крови

Плазма:	
вода	91—92%
плотные части	8—9%
из них: белок	около 7%
неорганические части	около 0,9%
небелковые органические части	около 1%
Гематокрит	45%
женщины	37—47%
мужчины	40—54%
Объем циркулирующей крови	5000—6000 мл (5—8% веса тела)
Удельный вес крови	1,048—1,066
»  »  сыворотки	1,024—1,030
»  »  эритроцитов	1,092—1,095
Точка заморзания сыворотки ( $\Delta$ )	0,535—0,555°
Реакция (pH):	
артериальная кровь	7,3—7,42
венозная	7,27—7,37
Осмотическое давление при температуре 37°	7,6 атм.
РОЭ	5—10 мм в час
Гемоглобин (в г%):	
мужчины	13,3—18,0 (в среднем 15,8)
женщины	11,7—15,8 (в среднем 13,7)
Вязкость крови:	
мужчины	4,3—5,3
женщины	3,9—4,9
плазмы	1,9—2,3
сыворотки	1,7—2,0

### Физико-химические свойства эритроцитов

Содержание воды	64%
»  гемоглобина	33%
Реакция (pH)	7,21—7,26
Диаметр эритроцитов	6—9 мк
Средняя поверхность эритроцита	128 мк <sup>2</sup>
Средняя толщина эритроцита	1,2—2,1 мк
Цветной показатель	0,9—1,1
Резистентность эритроцитов	
максимальная	0,32—0,30% раствора NaCl
минимальная	0,46—0,42% раствора NaCl

### Белки сыворотки

Общий белок	6,5—8,2 г%
Альбумины	4,6—6,7 »
Глобулины	1,2—2,3 »
Фибриноген	0,2—0,4 »
Альбумины	1,6—2,8
Глобулины	63,6 ± 4,9 %
Альбумины	36,4 ± 1,63 %
Глобулины	4,1 ± 0,98 %
α <sub>1</sub> -глобулины	7,4 ± 1,12 %
α <sub>2</sub> -глобулины	9,9 ± 1,92 %
β-глобулины	15,0 ± 2,52 %
γ-глобулины	

### Количественный состав морфологических элементов периферической крови

Палочкоядерные нейтрофилы	3—6%
Сегментоядерные »	51—67%
Эозинофилы	2—4%
Базофилы	0,25—1%
Лимфоциты	23—40%
Моноциты	4—8%
Общее число лейкоцитов в 1 мм <sup>3</sup>	6000—9000—
Общее число эритроцитов в 1 мм <sup>3</sup> :	
мужчины	4 500 000—5 200 000
женщины	4 000 000—5 000 000
Тромбоциты	250 000—400 000
Ретикулоциты	0,8%—1%

### Остаточный азот и его компоненты в сыворотке

Название составной части	Содержание, мг%
Остаточный азот	20—40
Мочевина (азот мочевины)	20—30
Мочевая кислота	2,5—4,5
Креатин	5,6—6,0
Креатинин	1,0—2,0
	1,0—1,6
Индикан	0,08—0,12
Аммиак	10 γ%

### Содержание в плазме некоторых электролитов и металлов

Катионы	Средние нормы:	Анионы	Средние нормы, мг%
Натрий	327 мг%	Хлориды: в цельной крови	450—550
Калий	17,2 »		
Кальций общий	10,2 »	в плазме	690
Кальций ионизированный	4,8 »	Бикарбонат	54—56
Магний	1,9 »	Фосфат	3,4
Неорганический фосфор	2,4—4,4 мг%	Сульфат	1,5
Медь	92—123 γ%	Органические кислоты	20,0
Железо	120 γ%		
мужчины	125 (100—120) γ%		
женщины	90 (80—100) γ%		

### СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Частота сердечных сокращений 70—80 в минуту в покое.

#### Продолжительность отдельных периодов и фаз работы сердца

Продолжительность сердечного цикла	0,8 секунды
Систола предсердий	0,1 »
» желудочков	0,3 »
Фаза напряжения миокарда	0,05 »
» изгнания крови	0,25 »
Диастола желудочков	0,5 »
Общая диастола	0,4 »

#### Давление крови в различных отделах сердца и в некоторых кровеносных сосудах

Давление крови в правом предсердии	3—5 мм рт. ст.
Систолическое давление в правом желудочке	20—30 » » »
Систолическое давление в легочной артерии	18—30 » » »
Диастолическое давление	6—12 » » »
Давление в легочных капиллярах	6—12 » » »
Давление крови в левом предсердии	6—8 » » »
Систолическое давление в левом желудочке	115—125 » » »
Систолическое давление в аорте	110—125 » » »
Диастолическое давление в аорте	65—75 » » »

#### Гемодинамические показатели

Ударный объем	70—80 мл
Минутный объем	4,24—5,3 л

Артериальное давление, мм рт. ст.

	Систолическое	Диастолическое
15 лет	80—120	50—80
16—19 лет	90—130	60—85
20—24 года	90—130	60—85
25—29 лет	90—130	60—85
30—39 »	90—130	60—90
40—49 »	90—140	60—90
50—59 »	90—140	60—90
60—69 »	100—150	60—90

Венозное давление 50—120 мм водяного столба.  
Скорость распространения пульсовой волны: в аорте 5,37—8,8 м/сек; в лучевой артерии 6,28—8 м/сек в среднем.

#### Линейная скорость кровотока в разных отделах сосудистого русла

Аорта	500—600 мм/сек
Артерии	150—200 »
Артериолы	5 мм/сек
Средние вены	60—14 мм/сек
Полие »	180—200 мм/сек
Капилляры	0,5 мм/сек

#### Длительность и высота зубцов и интервалов электрокардиограммы

Зубец и интервал	Длительность, секунды	Высота
Зубец P	0,08—0,1	0,5—2 мм или не больше 0,25 мв в отведениях от конечностей и не более 0,3 мв в грудных отведениях
Интервал P—Q	0,12—0,2	Изоэлектричен
Зубец Q	0,03	Не больше 1—3 мм, $\frac{1}{4}$ величины наибольшего зубца R или не больше 0,25 мв
Комплекс QRS	0,06—0,09	
Зубец T	0,12—0,16	2—6 мм (во II отведении); обычно в 2 раза больше зубца P в том же отведении
Интервал S—T		Изоэлектричен
Зубец R		10—20 мм, 0,6—1,6 мв во II отведении
Интервал Q—T	0,35—0,40	Изоэлектричен
Зубец U		0,2 мв в отведениях от конечностей, 0,3 мв в грудных отведениях
Интервал T—P	0,4 (в среднем зависит от частоты сердечных сокращений)	Изоэлектричен
Зубец S		10—0,6 мв

### СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

#### Вентиляция и газообмен

Легочная вентиляция	В среднем 7—8 л/мин в состоянии покоя
Дыхательный воздух (дыхательный объем)	500—800 мл
Дополнительный воздух (дополнительный объем вдоха)	1500—2000 »
Резервный воздух (резервный объем выдоха)	1000—1400 »
Остаточный воздух	1000—1500 »
Жизненная емкость легких	3500—5000 »
Частота дыхания	17—18 в минуту
Минутный объем дыхания	5000—8000 мл/мин
Вредное пространство	Около 150 мл
Альвеолярная вентиляция	4200 мл/мин

Максимальная вентиляция легких:  
 мужчины 150 л/мин  
 женщины 100 »  
 Количество поглощаемого легкими В покое около 300  
 кислорода мл/мин, при фи-  
 зической работе  
 1300 (до 2400)  
 мл/мин

Средние величины парциальных давлений, напряжений  
 и процентного содержания газов в воздухе  
 и различных средах организма

(цифры даны без поправки на давление водяного пара)

	Парциальное дав- ление и напряже- ние газов, мм рт. ст.		Процентное содержание газов	
	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Атмосферный воздух	158	0,2	20,9	0,03
Выдыхаемый воздух	124	30	16,4	4
Альвеолярный воздух	110	40	14,5	5,5
Артериальная кровь	100	40	20	52
Венозная кровь	40	46	12	57
Ткани	0	60—70	—	—
	(в клетках)			
	30—40	70—46		
	(в ткане- вой жидкости)			

## СИСТЕМА ПИЩЕВАРЕНИЯ

### Слюна

Количество 1000—1500 мл/сутки  
 Удельный вес 1002—1008  
 pH 6,0—7,9

### Химический состав нормальной слюны

#### Составная часть

#### Содержание, мг%

Азот (небелковый)	13,0 (37% азота крови)
Аммиак	2,0—10,0
Белок	200,0—400,0
Кальций (общий)	4,0—8,0
Карбонаты (CO <sub>2</sub> )	20—45 мг на 100 мл
Мочевая кислота	1,5 (40% мочевой кисло- ты крови)
Мочевина	11,0 (76% мочевины кро- ви)
Тиоцианат калия	До 30,9
Фосфор:	
липидов	0,005—0,2
неорганический	10,0—25,0
Хлориды	30,0—60,0
Холестерин	2,5—9,0

### Желудочный сок

Количество	2—3 л в сутки
Вода	99,4%
Удельный вес	1005
Реакция (pH)	1,6—1,8
Азот:	
небелковый	20—48 мг%
мочевины и аммиака	7—14 »
амминный	2—8 »
Хлориды (Cl)	550 »
Свободная соляная кис- лота	200 »
Мочевая кислота	0,8—2 »

## Желчь

Количество: 500—1000 мл в сутки  
 Исследование дуоденального содержимого:

Свойство желчи	Порция А	Порция В	Порция С
Прозрачность	Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная
Цвет	Светло-желтый	Темно-ко- ричневый (оливковый)	Золотисто- желтый
Удельный вес	1008—1012	1026—1032	1008—1012
Количество	В среднем 1 мл в минуту	Значительно колеблется	
		pH-6,6—7,6	

### Состав печеночной и пузырной желчи

Химические вещества	Печеночная желчь, г/л	Пузырная желчь, г/л
Сухое вещество	23—33	180
Азот	0,8	4,9
Холин	0,4—0,9	5,5
Желчные кислоты	7—14	115
Лепитин	1,0—5,8	35
Холестерин	0,8—2,1	4,3
Белок	1,4—2,7	4,5
Билирубин	0,3—0,6	1,4

## СИСТЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ

### Общие свойства мочи

Количество мочи в сутки	600—2000 мл
Удельный вес	1010—1025
Цвет	Бледно-желтый или на- сыщенный красновато- желтый
Прозрачность	Прозрачная
Реакция	Слабокислая
Белок	Отсутствует — 0,033 %
Сахар	Отсутствует—следы
Апетон	»
Желчные пигменты	Отсутствуют
» кислоты	»
Уробилин (уробилиноген)	Небольшое количество (положительная реак- ция)
Индикан	Небольшое количество

### Микроскопическое исследование мочевого осадка

Эпителиальные клетки:	
а) плоский эпителий	0—3 в поле зрения
б) эпителий мочевых каналцев (почечный)	Отсутствует
Лейкоциты	1—3 в поле зрения
Эритроциты	0 — единичные в поле зрения
Цилиндры:	
а) гиалиновые	Единичные в поле зрения
б) зернистые	Отсутствуют
в) восковидные	»
Соли	Небольшое количество уратов или оксалатов



III. ПОДСОБНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Таблица I

Кровезамещающие безбелковые растворы, используемые в физиологических экспериментах

Составная часть раствора (%)	Физиологический раствор поваренной соли	Раствор Рингера	Раствор Рингера—Локка	Раствор Рингера—Тироде
NaCl	0,95	0,8	0,9	0,8
KCl	—	0,042	0,042	0,02
CaCl <sub>2</sub>	—	0,024	0,024	0,02
NaHCO <sub>3</sub>	—	0,01	0,02	0,01
MgCl <sub>2</sub>	—	—	—	0,01
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	—	—	—	0,005
Глюкоза	—	—	0,1	0,01
Кислород	—	—	Насыщение кислородом	Насыщение кислородом

Таблица II

Количество потребляемого O<sub>2</sub> и выделяемого CO<sub>2</sub> при окислении питательных веществ

При окислении 1 г	Потребляется O <sub>2</sub> , л	Выделяется CO <sub>2</sub> , л	Дыхательный коэффициент
Белка	0,97	0,77	0,8
Жиры	2,0	1,4	0,7
Углевода	0,83	0,83	1,0

Таблица IV

Номограмма для формулы Рида

Значения частоты пульса сопоставляются со значениями пульсового давления. Точка пересечения со средней линией показывает величину отклонения основного обмена от нормы в процентах (рис. 286).

Таблица III

Калорический эквивалент кислорода при разных дыхательных коэффициентах

Дыхательный коэффициент	Калорический эквивалент 1 л O <sub>2</sub> (в ккал)	Дыхательный эквивалент	Калорический эквивалент 1 л (в ккал)
0,70	4,686	0,86	4,876
0,71	4,690	0,87	4,887
0,72	4,702	0,88	4,900
0,73	4,714	0,89	4,912
0,74	4,727	0,90	4,924
0,75	4,739	0,91	4,936
0,76	4,752	0,92	4,948
0,77	4,764	0,93	4,960
0,78	4,776	0,94	4,973
0,79	4,749	0,95	4,985
0,80	4,801	0,96	4,997
0,81	4,813	0,97	5,010
0,82	4,825	0,98	5,022
0,83	4,838	0,99	5,034
0,84	4,850	1,00	5,047
0,85	4,863	—	—

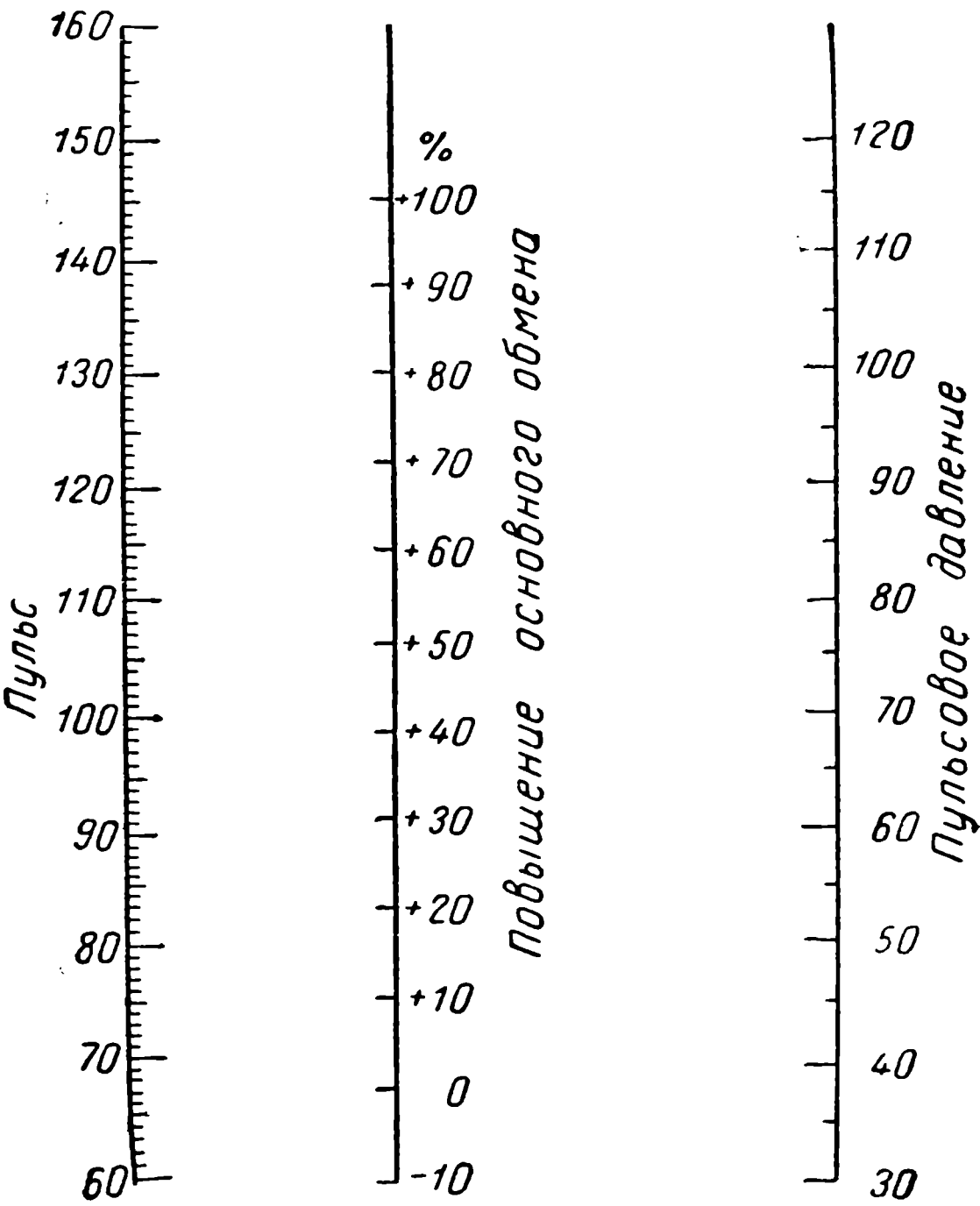


Рис. 286. Объяснение в тексте.

**Таблица V**  
**Приведение 1 л воздуха к нормальным условиям (0° С 760 мм рт. ст.)**

Темпера- тура	Исправленное атмосферное давление (в мм рт. ст.)									
	715	716	717	718	719	720	721	722	723	
10	0,9076	0,9088	0,9101	0,9114	0,9127	0,9139	0,9152	0,9165	0,9177	
11	0,9044	0,9056	0,9069	0,9082	0,9095	0,9107	0,9120	0,9133	0,9145	
12	0,9012	0,9025	0,9047	0,9050	0,9063	0,9075	0,9088	0,9100	0,9113	
13	0,8981	0,8993	0,9006	0,9018	0,9031	0,9044	0,9056	0,9069	0,9081	
14	0,8950	0,8962	0,8975	0,8987	0,9000	0,9012	0,9025	0,9037	0,9050	
15	0,8918	0,8931	0,8943	0,8956	0,8968	0,8981	0,8993	0,9006	0,9018	
16	0,8888	0,8900	0,8913	0,8925	0,8937	0,8950	0,8962	0,8975	0,8987	
17	0,8857	0,8869	0,8882	0,8894	0,8907	0,8919	0,8931	0,8944	0,8956	
18	0,8827	0,8839	0,8851	0,8863	0,8876	0,8888	0,8900	0,8913	0,8925	
19	0,8796	0,8808	0,8821	0,8833	0,8845	0,8857	0,8870	0,8882	0,8894	
20	0,8766	0,8778	0,8791	0,8803	0,8815	0,8828	0,8840	0,8852	0,8864	
21	0,8737	0,8749	0,8761	0,8773	0,8785	0,8798	0,8810	0,8822	0,8834	
22	0,8707	0,8719	0,8731	0,8743	0,8756	0,8768	0,8780	0,8792	0,8804	
23	0,8678	0,8690	0,8702	0,8714	0,8726	0,8738	0,8750	0,8763	0,8775	
24	0,8648	0,8660	0,8673	0,8685	0,8697	0,8709	0,8721	0,8733	0,8745	
25	0,8619	0,8631	0,8644	0,8655	0,8668	0,8680	0,8692	0,8704	0,8716	

Темпера- тура	Исправленное атмосферное давление (в мм рт. ст.)									
	735	736	737	738	739	740	741	742	743	
10	0,9330	0,9342	0,9355	0,9368	0,9380	0,9393	0,9406	0,9418	0,9431	
11	0,9298	0,9310	0,9322	0,9335	0,9347	0,9360	0,9373	0,9385	0,9398	
12	0,9264	0,9277	0,9289	0,9302	0,9314	0,9327	0,9340	0,9352	0,9365	
13	0,9232	0,9244	0,9257	0,9270	0,9282	0,9295	0,9307	0,9320	0,9332	
14	0,9200	0,9212	0,9225	0,9237	0,9250	0,9262	0,9275	0,9287	0,9300	
15	0,9168	0,9180	0,9193	0,9205	0,9218	0,9230	0,9243	0,9255	0,9268	
16	0,9136	0,9149	0,9161	0,9174	0,9186	0,9198	0,9211	0,9223	0,9236	
17	0,9105	0,9117	0,9130	0,9142	0,9154	0,9167	0,9179	0,9191	0,9204	
18	0,9073	0,9086	0,9098	0,9110	0,9123	0,9135	0,9147	0,9160	0,9172	
19	0,9042	0,9054	0,9067	0,9079	0,9091	0,9104	0,9116	0,9128	0,9140	
20	0,9012	0,9024	0,9036	0,9048	0,9060	0,9073	0,9085	0,9097	0,9110	
21	0,8981	0,8993	0,9005	0,9018	0,9030	0,9042	0,9054	0,9066	0,9079	
22	0,8951	0,8963	0,8975	0,8987	0,8999	0,9011	0,9024	0,9036	0,9048	
23	0,8920	0,8932	0,8945	0,8957	0,8969	0,8981	0,8993	0,9005		

Исправленное атмосферное давление (в мм рт. ст.)										
724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734
0,9190	0,9203	0,9215	0,9228	0,9241	0,9254	0,9266	0,9279	0,9292	0,9304	0,9317
0,9158	0,9170	0,9183	0,9196	0,9208	0,9221	0,9234	0,9246	0,9259	0,9271	0,9284
0,9126	0,9138	0,9151	0,9163	0,9176	0,9189	0,9201	0,9214	0,9226	0,9239	0,9252
0,9094	0,9106	0,9119	0,9131	0,9144	0,9156	0,9169	0,9182	0,9194	0,9207	0,9219
0,9062	0,9075	0,9087	0,9100	0,9112	0,9125	0,9137	0,9150	0,9162	0,9175	0,9187
0,9031	0,9043	0,9056	0,9068	0,9080	0,9093	0,9105	0,9118	0,9130	0,9143	0,9155
0,9000	0,9012	0,9024	0,9037	0,9049	0,9062	0,9074	0,9087	0,9099	0,9111	0,9124
0,8968	0,8981	0,8993	0,9006	0,9018	0,9030	0,9043	0,9055	0,9068	0,9080	0,9092
0,8938	0,8950	0,8962	0,8974	0,8987	0,8999	0,9012	0,9024	0,9036	0,9049	0,9061
0,8907	0,8919	0,8931	0,8944	0,8956	0,8968	0,8981	0,8993	0,9005	0,9017	0,9030
0,8877	0,8889	0,8901	0,8913	0,8926	0,8938	0,8950	0,8963	0,8975	0,8987	0,8999
0,8846	0,8859	0,8871	0,8883	0,8895	0,8908	0,8920	0,8932	0,8944	0,8956	0,8969
0,8817	0,8829	0,8841	0,8853	0,8865	0,8877	0,8890	0,8902	0,8914	0,8926	0,8938
0,8787	0,8799	0,8782	0,8823	0,8835	0,8847	0,8859	0,8872	0,8884	0,8896	0,8908
0,8757	0,8769	0,8711	0,8793	0,8806	0,8818	0,8830	0,8842	0,8854	0,8866	0,8879
0,8728	0,8740	0,8752	0,8764	0,8776	0,8788	0,8800	0,8812	0,8824	0,8836	0,8849
Исправленное атмосферное давление (в мм рт. ст.)										
744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754
0,9444	0,9457	0,9469	0,9482	0,9495	0,9507	0,9520	0,9533	0,9545	0,9558	0,9571
0,9411	0,9423	0,9436	0,9449	0,9461	0,9474	0,9487	0,9499	0,9512	0,9525	0,9537
0,9378	0,9390	0,9403	0,9415	0,9428	0,9441	0,9453	0,9466	0,9478	0,9491	0,9504
0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9395	0,9408	0,9420	0,9433	0,9445	0,9458	0,9470
0,9312	0,9325	0,9337	0,9350	0,9362	0,9375	0,9387	0,9400	0,9413	0,9425	0,9438
0,9280	0,9293	0,9305	0,9317	0,9330	0,9342	0,9355	0,9367	0,9380	0,9392	0,9405
0,9248	0,9261	0,9273	0,9285	0,9298	0,9310	0,9323	0,9335	0,9348	0,9360	0,9372
0,9216	0,9229	0,9241	0,9253	0,9266	0,9278	0,9290	0,9303	0,9315	0,9328	0,9340
0,9184	0,9197	0,9209	0,9221	0,9234	0,9246	0,9258	0,9271	0,9283	0,9296	0,9308
0,9153	0,9165	0,9177	0,9190	0,9202	0,9214	0,9227	0,9239	0,9251	0,9264	0,9276
0,9122	0,9134	0,9146	0,9159	0,9171	0,9183	0,9195	0,9208	0,9220	0,9232	0,9244
0,9091	0,9103	0,9115	0,9127	0,9140	0,9152	0,9164	0,9176	0,9189	0,9201	0,9213
0,9060	0,9072	0,9084	0,9097	0,9009	0,9121	0,9133	0,9145	0,9158	0,9170	0,9182
							0,9114	0,9127	0,9139	0,9151

**Т а б л и ц а   V I**  
**Таблица для расчета основного обмена мужчин**

Вес в кг	Калории	Вес в кг	Калории	Вес в кг	Калории	Рост в см	Мужчины (возраст в годах)													
							1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
3	107	44	672	85	1235	40	—40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	121	45	685	86	1249	44	+ 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	135	46	699	87	1263	48	+40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	148	47	713	88	1277	52	80	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	162	48	727	89	1290	56	120	55	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	176	49	740	90	1304	60	160	95	40	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	190	50	754	91	1318	64	200	135	70	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	203	51	768	92	1332	68	240	175	110	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	217	52	782	93	1345	72	280	215	150	90	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	231	53	795	94	1359	76	320	255	190	130	80	30	—	—	—	—	—	—	—	—
13	245	54	809	95	1373	80	360	295	230	170	120	70	—	—	—	—	—	—	—	—
14	258	55	823	96	1387	84	400	335	270	210	160	110	60	—	—	—	—	—	—	—
15	272	56	837	97	1406	88	440	375	310	250	200	160	100	—	—	—	—	—	—	—
16	286	57	850	98	1414	92	480	415	350	290	250	220	140	100	—	—	—	—	—	—
17	300	58	864	99	1428	96	520	455	390	330	300	280	180	140	113	—	—	—	—	—
18	313	59	878	100	1442	100	560	495	430	370	350	330	230	180	153	128	—	—	—	—
19	327	60	892	101	1455	104	—	535	470	410	400	390	280	220	193	168	—	—	—	—
20	341	61	905	102	1469	108	—	575	510	450	450	450	330	260	233	208	—	—	—	—
21	355	62	919	103	1483	112	—	615	550	500	500	500	380	300	273	248	—	—	—	—
22	368	63	933	104	1497	116	—	655	590	540	550	550	430	340	313	288	—	—	—	—
23	382	64	947	105	1510	120	—	695	630	580	600	600	480	380	353	328	—	—	—	—
24	396	65	960	106	1524	124	—	—	670	630	640	650	530	420	393	368	—	—	—	—
25	410	66	974	107	1538	128	—	—	710	680	690	700	580	460	433	408	—	—	—	—
26	424	67	988	108	1552	132	—	—	750	720	740	750	630	500	473	448	—	—	—	—
27	438	68	1002	109	1565	136	—	—	790	770	780	800	680	540	513	488	—	—	—	—
28	452	69	1015	110	1579	140	—	—	830	810	830	840	720	580	553	528	—	—	—	—
29	465	70	1029	111	1593	144	—	—	—	860	880	890	760	620	593	568	—	—	—	—
30	479	71	1043	112	1607	148	—	—	—	900	920	950	820	660	633	608	—	—	—	—
31	493	72	1057	113	1620	152	—	—	—	940	960	990	860	700	673	648	619	605	592	578
32	507	73	1070	114	1634	156	—	—	—	910	990	1030	890	740	713	678	669	625	612	598
33	520	74	1084	115	1648	160	—	—	—	1030	1020	1060	920	780	743	708	659	645	631	618
34	534	75	1098	116	1662	164	—	—	—	—	1060	1100	960	810	773	738	679	665	652	638
35	548	76	1112	117	1675	168	—	—	—	—	1100	1140	1000	840	803	768	699	685	672	658
36	562	77	1125	118	1689	172	—	—	—	—	—	1190	1020	860	823	788	719	705	692	678
37	575	78	1139	119	1703	176	—	—	—	—	—	1230	1040	880	843	808	729	725	718	698
38	589	79	1153	120	1717	180	—	—	—	—	—	—	1060	900	863	828	759	745	732	718
39	608	80	1167	121	1730	184	—	—	—	—	—	—	—	920	883	848	779	765	752	738
40	617	81	1180	122	1744	188	—	—	—	—	—	—	—	940	903	868	799	785	772	758
41	630	82	1194	123	1758	192	—	—	—	—	—	—	—	—	923	888	819	805	792	778
42	644	83	1208	124	1772	196	—	—	—	—	—	—	—	—	—	908	839	825	812	798
43	658	84	1222	—	—	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	859	845	832	818





**Таблица VII**  
**Таблица для расчета основного обмена женщин**

Вес в кг	Калории	Вес в кг	Калории	Вес в кг	Калории	Рост в см	Женщины (возраст в годах)														
							1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	
3	683	44	1076	85	1468	40	—344	—234	—194	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4	693	45	1085	86	1478	44	—328	—218	—178	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	702	46	1095	87	1487	48	—312	—202	—162	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6	712	47	1105	88	1497	52	—296	—186	—146	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
7	721	48	1114	89	1506	56	—280	—170	—130	—134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	731	49	1124	90	1516	60	—264	—154	—114	—118	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9	741	50	1133	91	1525	64	—248	—138	—98	—102	—111	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	751	51	1143	92	1535	68	—232	—122	—82	—86	—95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11	760	52	1152	93	1544	72	—216	—106	—66	—70	—79	—89	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	770	53	1162	94	1554	76	—200	—90	—50	—54	—63	—73	—	—	—	—	—	—	—	—	
13	779	54	1172	95	1564	80	—184	—74	—34	—38	—47	—57	—66	—	—	—	—	—	—	—	
14	789	55	1181	96	1573	84	—168	—58	—18	—22	—31	—31	—50	—	—	—	—	—	—	—	
15	798	56	1191	97	1583	88	—152	—42	—2	—6	—15	—5	—34	—43	—	—	—	—	—	—	
16	808	57	1200	98	1592	92	—136	—26	12	10	1	19	—18	—27	—	—	—	—	—	—	
17	818	58	1210	99	1602	96	—120	—10	25	26	17	27	—2	—11	—21	—	—	—	—	—	
18	827	59	1219	100	1661	100	—104	—6	40	42	33	43	14	5	—5	—14	—	—	—	—	
19	837	60	1229	101	1621	104	—	—22	56	58	54	62	30	21	11	2	—	—	—	—	
20	846	61	1238	102	1631	108	—	—38	72	74	75	85	56	37	27	18	—	—	—	—	
21	856	62	1248	103	1640	112	—	54	88	90	91	101	72	53	43	34	—	—	—	—	
22	865	63	1258	104	1650	116	—	70	105	106	107	117	98	69	59	50	—	—	—	—	
23	875	64	1267	105	1659	120	—	86	126	132	123	143	114	85	75	66	—	—	—	—	
24	885	65	1277	106	1669	124	—	—	142	148	138	159	130	101	101	82	—	—	—	—	
25	894	66	1286	107	1678	128	—	—	158	164	161	175	146	117	107	98	—	—	—	—	
26	904	67	1296	108	1688	132	—	—	174	180	181	191	162	133	123	114	—	—	—	—	
27	913	68	1305	109	1698	136	—	—	190	196	197	207	178	140	139	130	—	—	—	—	
28	923	69	1315	110	1707	140	—	—	206	212	213	228	194	165	155	146	—	—	—	—	
29	932	70	1325	111	1717	144	—	—	—	228	239	249	210	181	171	162	—	—	—	—	
30	942	71	1334	112	1726	148	—	—	—	244	255	265	236	197	187	178	—	—	—	—	
31	952	72	1344	113	1736	152	—	—	—	260	271	281	252	212	201	192	183	174	164	155	
32	961	73	1353	114	1745	156	—	—	—	276	287	297	260	227	215	206	190	181	172	162	
33	971	74	1363	115	1755	160	—	—	—	282	293	303	274	242	229	220	198	188	179	170	
34	989	75	1372	116	1764	164	—	—	—	—	309	313	290	257	243	234	205	196	186	177	
35	900	76	1382	117	1774	168	—	—	—	—	—	325	306	271	255	246	213	203	194	184	
36	999	77	1391	118	1784	172	—	—	—	—	—	331	318	285	267	258	220	211	201	192	
37	1009	78	1401	119	1793	176	—	—	—	—	—	—	328	299	279	270	227	218	209	199	
38	1019	79	1411	120	1803	180	—	—	—	—	—	—	—	313	291	282	235	225	216	207	
39	1028	80	1420	121	1812	184	—	—	—	—	—	—	—	327	303	294	242	233	223	214	
40	1038	81	1430	122	1822	188	—	—	—	—	—	—	—	—	313	304	250	240	231	221	
41	1047	82	1439	123	1831	192	—	—	—	—	—	—	—	—	322	314	257	248	238	229	
42	1057	83	1449	124	1841	196	—	—	—	—	—	—	—	—	333	324	264	255	246	236	
43	1066	84	1458	—	—	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	334	272	262	253	244	



Таблица VIII

## Состав и калорийность пищевых продуктов

Наименование пищевых продуктов	Содержание белков, жиров и углеводов, их калорийность в 100 г продукта			
	белки	жиры	углеводы	калорийность

## Мука и крупа

Мука картофельная	0,70	—	80,47	332,8
» пшеничная, 1-й сорт	9,35	1,02	69,95	334,6
Мука пшеничная, 2-й сорт	9,78	1,30	68,41	332,7
Крупа гречневая	8,75	2,30	63,36	317,0
» манная	9,52	0,74	70,37	334,4
» овсяная	9,10	5,98	61,01	343,1
» перловая	6,30	1,10	68,43	316,6
» ячменная	6,65	1,38	67,68	317,6
Пшено	8,40	2,30	65,42	324,1
Рис	6,46	0,93	72,77	333,5

## Макаронные изделия, бобовые и хлеб

Макароны, вермишель	9,35	0,84	71,23	338,2
Горох	15,68	2,21	50,85	293,3
Фасоль	16,24	1,93	50,57	291,8
Чечевица	16,94	1,56	50,10	289,4
Кукуруза (зерно)	7,00	4,23	63,83	329,7
Кукурузные хлопья	12,67	1,21	69,41	347,8
Хлеб пшеничный из обойной муки	5,46	0,84	41,45	200,1
Хлеб пшеничный из муки 1-го сорта	6,89	0,65	47,71	229,9
Хлеб пшеничный из муки 2-го сорта	7,14	0,84	46,56	228,0
Хлеб ржаной	4,83	0,84	40,23	192,6

## Мясо и мясопродукты

Баранина средней упитанности	16,15	15,30	—	208,5
Говядина ниже средней упитанности	19,86	3,42	—	113,2
Говядина средней упитанности	19,00	9,45	—	165,8
Мясо кролика	20,43	7,20	—	150,7
Свинина обрезная	22,33	9,00	—	175,3
Телятина тощая	19,00	0,45	—	82,1
Мозги	8,55	8,55	—	114,6
Язык говяжий (без горловины)	15,20	15,75	—	208,8
Печенка говяжья	18,05	4,05	2,94	123,7
Ветчина	16,15	31,50	—	395,2

## Мясо птицы и рыба

Мясо индейки	23,28	7,65	—	166,6
» курицы	19,00	4,50	—	119,8
» цыпленка	20,43	2,25	—	104,7
Камбала	14,06	0,81	—	65,2
Карп прудовый	15,20	3,24	—	92,5
Окунь морской	16,91	5,31	—	118,7
Сом	16,53	3,42	—	99,6
Судак	18,05	0,72	—	80,7
Треска	16,72	0,36	—	71,9
Щука	17,86	0,63	—	79,1

Наименование пищевых продуктов	Содержание белков, жиров и углеводов, их калорийность в 100 г продукта			
	белки	жиры	углеводы	калорийность

## Икра и сельдь. Молочные продукты

Икра осетровая зернистая	25,37	14,22	—	236,3
Икра осетровая паюсная	34,20	16,38	—	292,6
Икра кетовая	30,02	12,42	—	238,6
Сельдь волжская	19,29	9,63	—	168,6
» исландская	17,96	13,50	—	199,2
» полярная	18,62	22,05	—	281,4
Кефир и простокваша	3,36	3,33	4,21	6,00
Молоко ацидофильное	3,36	3,33	4,31	62,4
» козье	3,36	3,80	4,41	67,2
» коровье	3,26	3,52	4,41	64,2
» сгущенное с сахаром	7,13	8,55	54,88	333,8
Сливки	2,88	19,00	3,43	202,6
Сметана высшего сорта	1,92	34,20	—	336,0
Сметана 1-го сорта	2,88	28,50	2,45	286,9
» 2-го »	2,88	23,75	2,45	242,0
Брынза	15,36	17,10	2,94	234,1
Сыр 15% жирности	19,20	27,08	3,43	344,6
» 45% »	21,60	23,75	3,43	323,5
» 40% »	22,56	19,95	3,43	292,1
» плавленый 45%	20,16	22,33	2,94	302,4
» » 40%	21,60	19,00	2,94	277,3
» » «Норвич»	24,00	13,30	2,45	232,1
Творог жирный	14,40	17,70	0,98	222,1
» обезжиренный	16,80	0,48	0,98	77,4
Творожная масса сладкая	12,00	15,20	14,70	250,8
Творожная масса обезжиренная	14,40	0,48	17,15	133,8
Творожные сырки сладкие	18,72	14,25	14,21	267,5



Наименование пищевых продуктов	Содержание белков, жиров и углеводов, их калорийность в 100 г продукта			
	белки	жиры	углеводы	калорийность

Жиры, яйца. Сахаристые вещества, шоколад, какао и конфеты, пастила, печенье, варенье и повидло

Масло топленое	—	94,05	—	874,7
» растительное	—	94,81	—	881,7
» сливочное	0,48	79,33	0,49	741,0
Яйца	12,00	11,40	0,49	157,2
Яичный желток	15,36	27,55	77,24	321,2
Мед пчелиный	0,34	—	77,24	318,1
Сахар	—	—	98,90	405,5
Какао	20,06	18,79	38,19	413,6
Шоколад	5,10	34,13	51,30	548,6
Конфеты «Мишка ко- солапый»	4,76	29,76	56,81	529,9
Конфеты молочные «тянучка»	2,64	8,46	74,77	396,1
Конфеты помадка фруктовая	—	—	89,97	360,7
Мармелад	—	—	73,25	300,3
Пастила бело-розовая яблочная	—	—	81,51	334,2
Халва	14,03	29,39	43,42	508,9
Печенье «Сливочное»	9,44	9,95	68,40	411,7
Печенье «Спорт»	12,24	17,72	64,41	386,1
Печенье сухое сто- ловое	12,07	14,42	58,05	421,6
Печенье «Украинская смесь»	10,20	9,49	67,36	406,2
	9,61	9,86	66,60	402,2
Печенье «Москва»	—	—	—	295,5
Варенье сливовое	0,34	—	71,63	—
» яблочное	0,34	—	65,93	217,7
» земляничное	0,34	—	72,49	298,6
» малиновое	0,34	—	69,64	286,9
Повидло абрикосовое	0,34	—	61,75	254,6
» яблочное	0,34	—	60,90	251,1

#### Овощи и бахчевые культуры

Капуста белокочанная	1,44	—	4,51	24,4
» квашеная	0,80	—	1,79	10,6
» цветная	1,76	—	4,42	25,3
Лук зеленый	1,04	—	3,74	19,6
» репчатый	2,00	—	8,93	44,8
Ревень	0,40	—	2,55	12,1
Салат	1,28	—	3,06	17,8
Шпинат	2,96	—	2,89	24,0
Щавель	2,40	—	3,06	22,4
Арбузы	0,48	—	7,65	33,3
Баклажаны	0,96	—	4,25	21,4
Горошек зеленый, свежий	4,88	—	10,29	62,2

Наименование пищевых продуктов	Содержание белков, жиров и углеводов, их калорийность в 100 г продукта			
	белки	жиры	углеводы	калорийность

Дыни	0,56	—	9,61	41,7
Кабачки	0,48	—	3,91	18,0
Огурцы свежие	0,80	—	2,04	11,6
Томаты	0,80	—	3,23	16,5
Томат-паста 30%	4,08	—	17,68	89,2
Томатный сок	0,85	—	3,06	16,0
Тыква	0,80	—	6,55	30,1
Фасоль стручковая	2,16	—	5,44	31,5
Брюква	0,64	—	10,71	46,2
Картофель	1,40	—	19,00	83,6
Морковь	1,04	—	7,40	34,6
Пастернак	1,12	—	9,27	42,6
Петрушка	1,44	—	9,10	43,2
Редис	0,96	—	4,17	21,0
Редька	1,52	—	7,40	36,6
Репка	0,96	—	6,38	30,1
Свекла	1,20	—	8,84	41,2
Сельдерей	1,04	—	10,29	46,5

#### Фрукты, ягоды и плодово-ягодные соки

Абрикосы свежие	0,51	—	10,98	47,1
» сушеные (курага)	3,23	—	68,58	294,4
Апельсины	0,77	—	8,19	36,7
Виноград	0,60	—	14,58	62,2
Вишни	0,85	—	12,87	56,3
Груши	0,34	—	11,16	47,2
Земляника садовая	0,85	—	8,82	39,6
Изюм без косточек	2,47	—	61,02	260,3
Клюква	0,26	—	8,55	36,1
Крыжовник	0,85	—	10,35	45,9
Лимоны	0,51	—	9,27	40,1
Малина	0,85	—	9,18	41,1
Мандарины	0,77	—	9,00	40,1
Сливы	0,60	—	12,60	54,1
Смородина красная	0,85	—	10,08	44,8
» черная	0,85	—	12,06	52,9
Чернослив сушеный	3,40	—	62,10	268,6
Яблоки средней по- лосы	0,43	—	10,08	43,1
Яблоки южные	0,43	—	11,97	50,8
» сушеные	2,38	—	63,36	269,5
Сок абрикосовый	0,43	—	14,35	60,6
» апельсиновый	0,60	—	13,78	59,0
Сок лимонный	0,90	0,60	8,70	44,0
» вишневый	0,60	—	13,21	56,6
» виноградный	0,26	—	18,05	75,1
» сливовый	0,26	—	16,53	68,8
» черносмородин- ный	0,43	—	9,50	40,7

**Таблица IX**  
Свойства нервных волокон  
(по Lloyd, 1956)

Основные свойства	Группа волокон		
	A	B	C
Диаметр волокон (в микронах)	20—1	3	Не миелинизированы
Скорость проведения возбуждения, мсек	От 100 до 5	От 14 до 2	2
Продолжительность высоковольтного потенциала действия, мсек	0,4—0,5	1,2	2,0
Отрицательный следовой потенциал (величина в процентах по отношению к высоковольтному потенциалу)	3—5	Нет	3—5
Продолжительность, мсек	12—20	—	50—80
Положительный следовой потенциал (величина в процентах по отношению к высоковольтному потенциалу)	0,2	1,5—4,0	1,5
Продолжительность, мсек	40—60	100—300	От 300 до 1000
Абсолютный рефрактерный период, мсек	0,4 0,6 у кошки 1,0 у кролика	1,2	2,0
Период латентного дополнения, мсек	0,2	0,2	2,5
Степень чувствительности к асфиксии (по порядку)	2	1	3

**Таблица X**  
Концентрация некоторых ионов внутри и вне клеток

	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Источник данных
	ммоль/кг			
<b>Гигантский аксон кальмара</b> ( <i>Loligo forbesi</i> )	369	44	36	Steinbach, 1941;
Внутриклеточная среда	410	49	40	Steinbach a. Spiegelman, 1943
Внеклеточная среда	10	460	540	Hodgkin, 1951
<b>Мякотный аксон мотонейрона кошки</b>				
Внутриклеточная среда	150	15	9	Krnjevic, 1955
Внеклеточная среда	5,5	150	125	
<b>Мышечное волокно млекопитающих</b>				
Внутриклеточная среда	155	124	3,8 <sup>1</sup>	Woodbury, 1963
Внеклеточная среда	4	145	120	

<sup>1</sup> Рассчитано по мембранному потенциалу.

# СПИСОК НОВОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ УЧЕБНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ

№ п/п	Название прибора и его марка	Предприятие, выпускающее прибор	Количество приборов на рабочую группу
1	Усилитель переменного тока УБП1-01	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград	1 <sup>1</sup> на 2 человека
2	Векторэлектрокардиоскоп портативный, ВЭКС-1П	Московский завод электромедицинской аппаратуры	1 <sup>1</sup> на 2 человека
3	Электроннолучевой низкочастотный осциллограф, С1-19А	Государственный комитет по радиоэлектронике	1 <sup>1</sup> на 2 человека
4	Электронный измеритель давлений, ЭИД-1	ЦКБ с опытным заводом АМН СССР, Москва	1 <sup>1</sup> на 2 человека
5	Стимулятор импульсный физиологический, СИФ-5м	ЦКБ с опытным заводом АМН СССР, Москва	1 <sup>1</sup> на 2 человека
6	Стимулятор импульсный, ИС-01	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград	1 на 2 человека
7	Электрокардиограф двухканальный с чернильной записью, ЭКПСЧ-3	Ордена Ленина завод «Красногвардеец», Ленинград	1 <sup>1</sup> на 2 человека
8	Регистратор перьевой чернильнопишущий, РПЧ2-01	Львовский завод радиоэлектронной медицинской аппаратуры	1 <sup>1</sup> на 2 человека
9	Осциллографическая приставка к электрокардиографу, О66	Ордена Ленина завод «Красногвардеец», Ленинград	1 <sup>1</sup> на 2 человека
10	Осциллограф электронный медицинский с фоторегистрацией, ЭМОФ2-01	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград	Демонстрационный <sup>2</sup>
11	Магнитный самописец, УСМЕ-01	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград	Демонстрационный
12	Демонстрационный осциллограф с большим экраном (диаметр 500 мм)	ЦКБ с опытным заводом АМН СССР, Москва	Демонстрационный
13	Прибор для гальванокаустики и эндоскопии	Электромеханическое производство, Москва	1 на 2 человека
14	Микроцентрифуга Шкляра		1 на 2 человека
15	Счетчик форменных элементов крови СФЭК-62	ВНИИОМиО МЗ СССР, Москва	Демонстрационный
16	Пятиканальный электрокардиограф, ЭКГ5-01 (с приставками)	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград; предприятие «Орион», Будапешт, Венгрия	Демонстрационный
17	Фонокардиограф ФКГ-01 (приставка ЭКГ-01)	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград; предприятие «Орион», Будапешт, Венгрия	Демонстрационный
18	Баллистодинамокардиограф 45/31В (приставка ЭКГ-01)	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград; предприятие «Орион», Будапешт, Венгрия	Демонстрационный
19	Электроманометр ЭМ2-01 (приставка ЭКГ-01)	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград; предприятие «Орион», Будапешт, Венгрия	Демонстрационный
20	Реограф, РГ1-01 или ФЭКП-2 (приставка ЭКГ-01)	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград; предприятие «Орион», Будапешт, Венгрия	Демонстрационный
21	Сфигмограф СФ-2 (приставка к ЭКГ-01)	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград; предприятие «Орион», Будапешт, Венгрия	Демонстрационный
22	Фонокардиографическая приставка к двухканальному электрокардиографу, ФКП-1	Ордена Ленина завод «Красногвардеец», Ленинград	1 на 4—6 человек
23	Баллистокардиографическая приставка к двухканальному электрокардиографу	Киевский завод медицинской аппаратуры	Демонстрационный
24	Телеэлектрокардиограф	Московский завод электромедицинской аппаратуры	Демонстрационный

<sup>1</sup> Приборы, на основе которых может быть собрана «Физиологическая универсальная комплексная установка».

<sup>2</sup> Демонстрационный — эти приборы целесообразно иметь в одном экземпляре (или по 1 экземпляру на каждую учебную лабораторию).

п/п	Название прибора и его марка	Предприятие, выпускающее прибор	Количество приборов на рабочую группу
25	Пульсотохометр, ПТ-2 (ЕМГ-4621)	СКТБ «Биофизприбор, Ленинград; Завод электронных измерительных приборов, Венгрия	1 на 4—6 человек
26	Плетизмограф	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград; предприятие «Орион», Будапешт, Венгрия	1 на 2 человека
27	Электрический термометр, ТЭМП-60	Ордена Ленина завод «Красногвардеец», Ленинград; Казанский завод медицинской аппаратуры	1 на 4—6 человек
28	Спирометр сухой портативный МРТУ-42	Киевский завод медицинской аппаратуры	1 на 2 человека
29	Спирограф	Ордена Ленина завод медицинской аппаратуры	Демонстрационный
30	Пневмотахометр	Киевский завод медицинской аппаратуры	1 на 4—6 человек
31	Пневмотахограф универсальный	ВНИИМИиО МЗ СССР, Москва	Демонстрационный
32	Оксигеометр комбинированный, 036 М	Ордена Ленина завод «Красногвардеец», Ленинград	1 на 4—6 человек
33	Оксигеометр комбинированный, 057	Ордена Ленина завод «Красногвардеец», Ленинград	Демонстрационный
34	Электрогастрограф, ЭКГ-3	ВНИИМИиО МЗ СССР, Москва	1 на 4—6 человек
35	Спирометаболограф	Киевский завод медицинской аппаратуры	Демонстрационный
36	Аппарат для определения основного обмена	Казанский завод медицинской аппаратуры	Демонстрационный
37	Установка для электролитической заточки хирургических инструментов	Московский завод электромедицинской аппаратуры	Демонстрационный
38	Установка для оттягивания стеклянных микроэлектродов	Экспериментально-конструкторские мастерские при НИИ имени А. А. Богомольца АН УССР, Киев	Демонстрационный
39	Усилитель постоянного тока с катодным повторителем УБП-02	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград; Московский завод электромедицинской аппаратуры	Демонстрационный
40	Электроимпульсатор ЭИ-1	Московский завод электромедицинской аппаратуры	1 на 2 человека
41	Радиорефлексомер РРМ-59	Электромеханическое производство, Москва	1 на 4—6 человек
42	Электроэнцефалограф 16-канальный (ЭЭГ-16) или четырехканальный (ЭЭГ-4)	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград (ЭЭГ-16), ВНИИМИиО МЗ СССР, Москва (ЭЭГ-4)	Демонстрационный
43	Стереотаксический прибор	Экспериментально-конструкторские мастерские при НИИ имени А. А. Богомольца АН УССР, Киев	Демонстрационный
44	Прибор для исследования высшей нервной деятельности человека		Демонстрационный
45	Ольфактометр	Всесоюзный научно-исследовательский институт медицинского инструментария и оборудования, Москва	1 на 2 человека
46	Стереополярископ	ВНИИМИиО МЗ СССР, Москва	Демонстрационный
47	Диплоскоп поляроидный Ц-517	Московский завод электромедицинской аппаратуры	Демонстрационный
48	Аудиометр речевой 465	Ордена Ленина завод «Красногвардеец», Ленинград	Демонстрационный
49	Фотофоностимулятор ФФС1-04	СКТБ «Биофизприбор», Ленинград	Демонстрационный
50	Шлейфный осциллограф Н-700 (ПОБ-14М).	Завод «Виброприбор», Кишинев	Демонстрационный



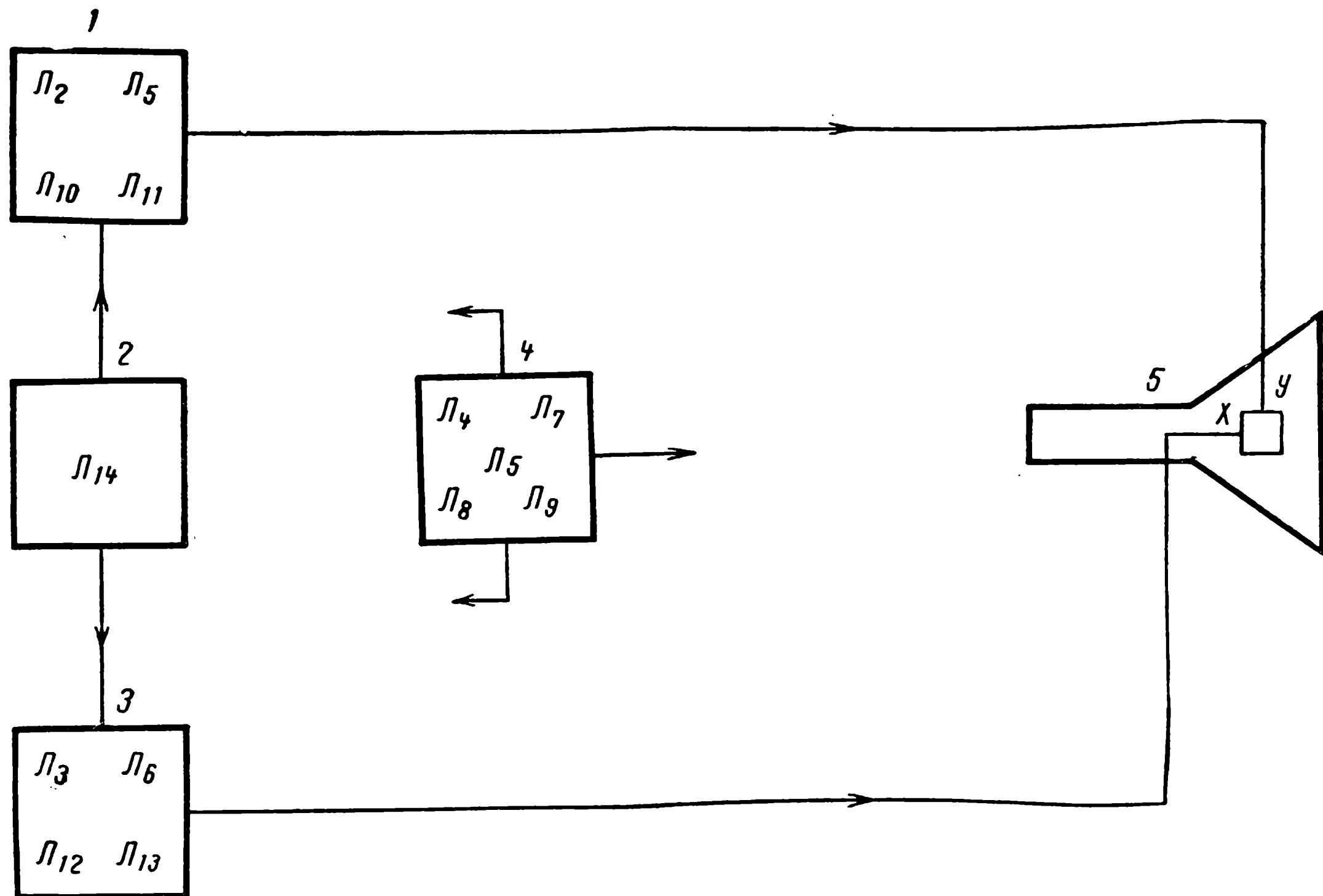


Рис. 287. Блок-схема ВЭКС-1П.

1 — усилитель вертикального отклонения; 2 — отметчик времени; 3 — усилитель горизонтального отклонения; 4 — блок питания; 5 — электроннолучевая трубка (стрелкой указан каскад, в который внесены дополнения).

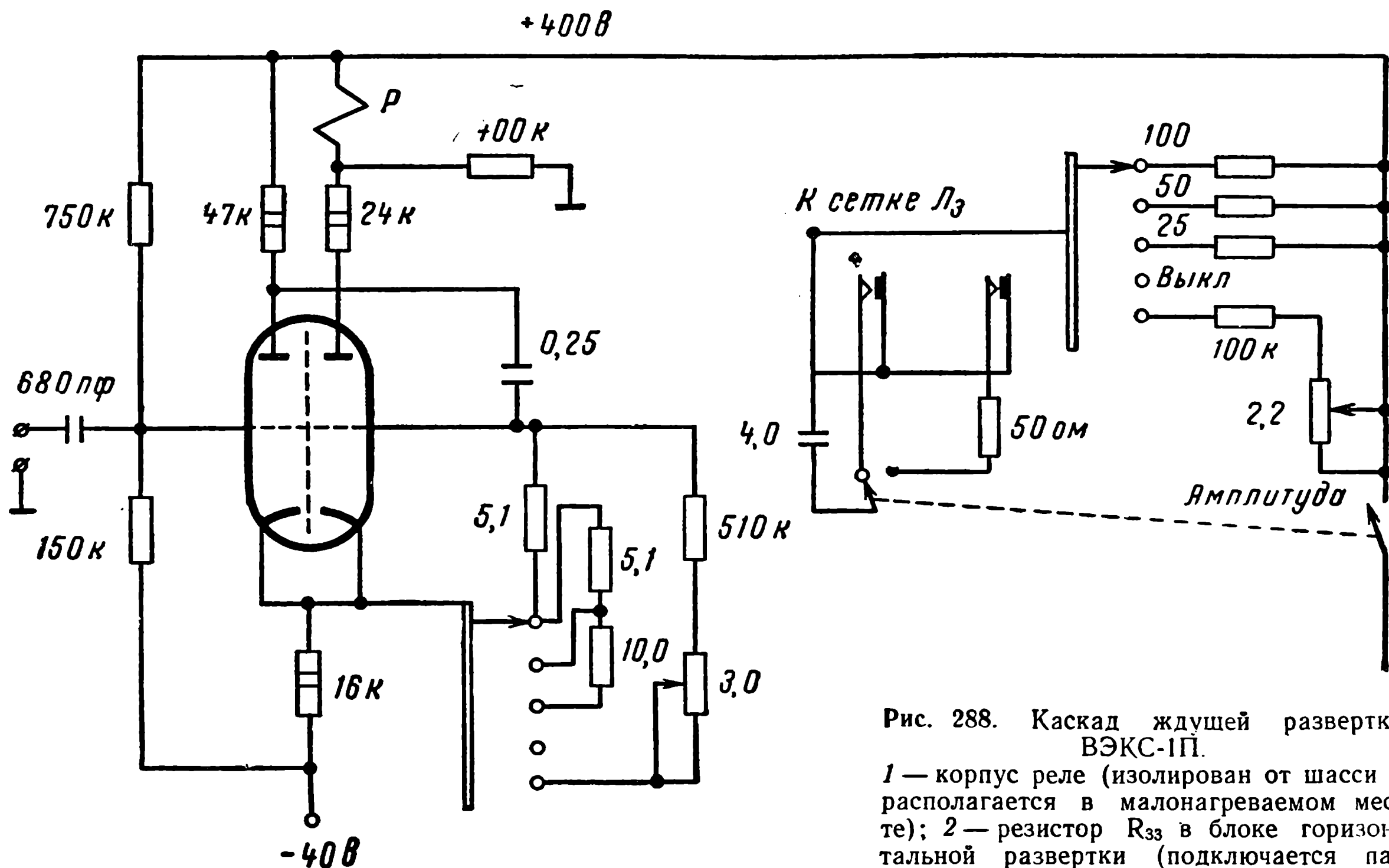


Рис. 288. Каскад ждущей развертки ВЭКС-1П.

1 — корпус реле (изолирован от шасси и располагается в малонагреваемом месте); 2 — резистор  $R_{33}$  в блоке горизонтальной развертки (подключается параллельно с резистором  $MЛТ=0,5-130$  ком÷150 ком), 3 — резистор  $R_{27}$  (отключается полностью).

# ЗАЧЕРКНИТЕ НОМЕР ТОГО ОТВЕТА, КОТОРЫЙ ВЫ СЧИТАЕТЕ ПРАВИЛЬНЫМ

(На каждый вопрос можете дать только один ответ)

Номера вопросов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Номера ответов	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Оцените сами свои знания

Оценка

Количество ответов

правильных

неправильных

отлично

хорошо

удовлетвор.

неудовлетв.

15

14

13

12 и меньше

0

1

2

3 и больше

Тема занятия

Дата занятия

Группа №

Студент

Оценка

Подпись преподавателя

Рис. 289. Контрольная карта.

### **БЕЗМАШИННАЯ ТЕХНИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ «ПРОГРАММИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ» ДЛЯ ГРУППОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

Для того чтобы на основе приведенных в практикуме материалов можно было осуществлять безмашинный групповой контроль знаний, необходимо их перенести на фотопленку и во время занятий проецировать на экран. Время экспозиции каждого кадра подбирается в соответствии с конструкцией и сложностью вопроса.

Можно пойти и иным путем: изготовить требуемое количество комплектов фотоотпечатков и перед занятием раздавать их студентам. В этом случае, очевидно, необходимо регулировать общее время, затрачиваемое на работу с программой.

Как при первой, так и при второй форме проведения программированного опроса студентам перед занятием выдается контрольная карта (рис. 289), которую по истечении времени работы они сдают преподавателю. Однако целесообразно, чтобы перед этим студент сам проверил правильность выполненной им работы. Для этого в конце занятия на экран проецируется перечень номеров правильных ответов на все 15 вопросов или преподаватель просто зачитывает их.

Собрав контрольные карты, преподаватель в течение нескольких минут может проверить правильность подсчета студентами своих ошибок. Для этого ему необходимо приложить к контрольной карте трафарет (рис. 290), отверстия которого соответствуют расположению правильных ответов в данном варианте программы и подсчитать число ошибок.

Занятие желательно заканчивать групповым разбором программы и сделанных ошибок.

При работе по данной методике возможно следующее:

1. На основе приведенных материалов можно составить несколько вариантов программ путем изменения

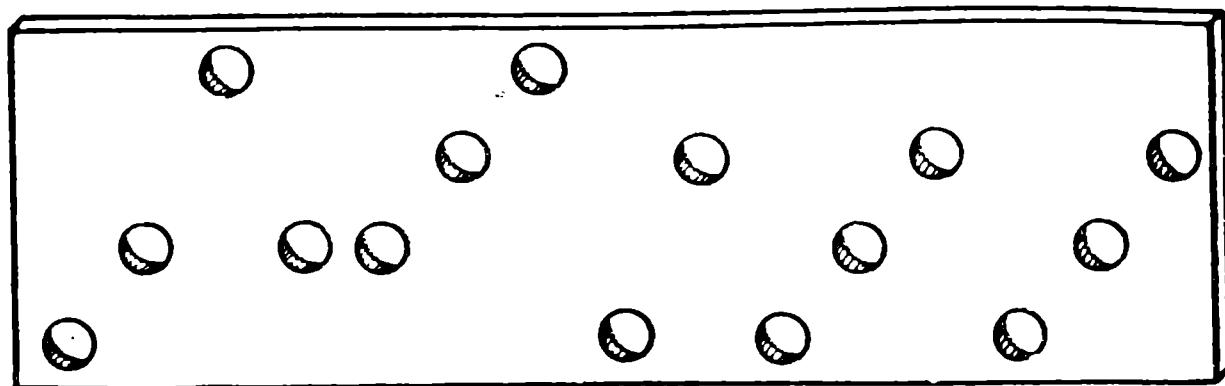


Рис. 290. Контрольный трафарет.

расположения правильных ответов в некоторых или во всех вопросах и (или) за счет изменения последовательности самих вопросов.

2. Составить несколько вариантов программ за счет дополнения приведенных вопросов новыми.

3. Используя приведенные материалы в качестве образца, составить оригинальные программы.

Опыт применения программированного опроса по данной методике убедил нас в том, что время, затрачиваемое на предварительную подготовку необходимых материалов, в последующем окупается за счет быстроты и эффективности контроля знаний.

## УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### УЧЕБНИКИ

1. Бабский Е. Б., Зубков А. А., Косицкий Г. И., Ходоров Б. И. Физиология человека. М., 1966.
2. Быков К. М., Владимиров Г. Е., Делов В. Е., Конради Г. П., Слоним А. Д. Учебник физиологии. Под ред. К. М. Быкова. Изд. 3-е. М., 1955.
3. Гинецинский А. Г., Лебедянский А. В. Курс нормальной физиологии. М., 1956.
4. Голышева К. П. и Гальперин С. И. Физиология человека и животных. Изд. 2-е. М., 1961.
5. Коган А. Б. Основы физиологии высшей нервной деятельности. М., 1959.
6. Коган А. Б. Электрофизиология. М., 1969.
7. Best C. H. a. Teylor N. B. The Physiological Basis of Medical Practice. Edition 17. Baltimore, 1961.
8. Ruch T. C. a. Fulton J. F. Medical Physiology and Biophysics. Edition 18. Philadelphia — London, 1961.
9. Wright S. Applied Physiology. Edition 10. Oxford University press. London — New York — Toronto, 1961.

### РУКОВОДСТВА К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

1. Батуев А. С., Никитина И. П. Малый практикум по физиологии. Под ред. Э. Ш. Айрапетьянца. Л., 1967.
2. Березина М. П., Василевская Н. Е., Авербах М. С., Ветюков И. А., Голиков Н. В., Гуляев П. И., Жуков Е. К., Латманизова Л. В., Макаров П. О., Никитина И. П., Сперанская Е. Н. Большой практикум по физиологии человека и животных. Под общ. ред. Л. Л. Васильева, И. А. Вестюкова. М., 1961.
3. Губарь А. В., Косицкий Г. И., Куликова В. С., Мальцева Т. А., Маркова А. А., Милютина Л. А., Орешук Ф. А., Петров С. И., Чеснокова С. А. Руководство к практическим занятиям по курсу нормальной физиологии. Под ред. Э. А. Астратяна и А. В. Губарь. М., 1963.
4. Данилов А. Ш. Руководство к лабораторным работам по физиологии. Киргизиздат, 1959.
5. Зилов Г. Н., Магницкий А. Н., Макарычев А. И., Семенова Г. Т., Шароватова О. Ф., Щепкин Н. Г. Руководство к практическим занятиям по физиологии. Под ред. Г. Н. Зилова. Изд. 3-е. М., 1967.
6. Коган А. Б., Шитов С. И. Техника физиологического эксперимента (Большой практикум по физиологии человека и животных). М., 1967.



# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
-----------------------	---

## Часть I

### ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ К КУРСУ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

#### Глава I

<b>Электронная аппаратура и современные методы регистрации физиологических функций.— К. М. Кулланда . . . . .</b>	<b>5</b>
1. Электронная аппаратура, используемая в физиологическом эксперименте и клинике . . . . .	5
2. Общая схема связей между приборами и объектом исследования . . . . .	6
3. Электрические генераторы тока и напряжения	8
А. Приборы для диагностики . . . . .	9
Б. Приборы для электротерапии . . . . .	9
В. Приборы для исследовательских целей — электростимуляторы . . . . .	9
4. Электроды . . . . .	11
5. Усилители . . . . .	14
А. Усилители переменного тока . . . . .	14
Б. Усилители постоянного тока . . . . .	16
6. Регистрирующие приборы (регистраторы) общего назначения . . . . .	16
А. Гальванометры . . . . .	17
Б. Шлейфный осциллограф . . . . .	19
В. Регистрирующие приборы с непосредственно видимой записью . . . . .	20
Г. Чернильнопишущие перьевые осциллографы . . . . .	20
Д. Электронный (катодный) осциллограф . . . . .	22
Е. Магниторегистраторы (магнитная запись исследуемых процессов) . . . . .	23
7. Преобразователи неэлектрических процессов в электрические . . . . .	24
А. Датчики — первичные преобразователи . . . . .	24
Б. Приборы — вторичные преобразователи . . . . .	27
8. Электронные приборы специального назначения . . . . .	30
9. Физиологическая универсальная комплексная установка . . . . .	31
10. Основные общие правила эксплуатации электронной аппаратуры . . . . .	33
<i>Работа 1 (1). Графическая регистрация сокращений сердца лягушки . . . . .</i>	<i>34</i>
<i>Работа 2 (2). Стимуляция тканей. Регистрация сокращений икроножной мышцы лягушки с помощью электронного преобразователя (ЭИД-1), катодного осциллографа (ВЭКС-1П или С1-19А) и чернилописца (ЭКПСЧ-3 или РПЧ2-01) . . . . .</i>	<i>36</i>

#### Глава II

<b>Физиология крови.— С. А. Чеснакова . . . . .</b>	<b>38</b>
---	-----------

<i>Работа 1 (3). Определение объемного соотношения плазмы и форменных элементов крови с помощью микроцентрифуги Шкляра . . . . .</i>	<i>39</i>
--	-----------

<i>Работа 2 (4). Подсчет форменных элементов крови . . . . .</i>	<i>40</i>
<i>Работа 3 (5)*. Автоматический подсчет форменных элементов крови . . . . .</i>	<i>43</i>
<i>Работа 4 (6). Определение количества гемоглобина в крови по способу А. Сали . . . . .</i>	<i>45</i>
<i>Работа 5 (7). Экспресс-метод определения содержания гемоглобина в крови . . . . .</i>	<i>46</i>
<i>Работа 6 (8). Наблюдение буферных свойств сыворотки крови . . . . .</i>	<i>47</i>
<i>Работа 7 (9). Определение реакции оседания эритроцитов (РОЭ) по Т. П. Панченкову . . . . .</i>	<i>48</i>
<i>Работа 8 (10). Определение времени свертывания крови . . . . .</i>	<i>48</i>
<i>Работа 9 (11). Определение группы крови . . . . .</i>	<i>49</i>
<i>Работа 10 (12). Определение совместимости крови при помощи центрифуги Шкляра . . . . .</i>	<i>50</i>
<i>Работа 11 (13). Определение резус-фактора (Rh-фактор) . . . . .</i>	<i>50</i>
<i>Работа 12 (14). Воспроизведение гемолиза . . . . .</i>	<i>51</i>

#### Глава III

<b>Физиология сердца.— В. А. Карягин . . . . .</b>	<b>51</b>
<i>Работа 1 (15). Регистрация сокращений сердца лягушки . . . . .</i>	<i>52</i>
<i>Работа 2 (16). Изучение степени автоматии различных отделов сердца лягушки (лигатура Станниуса) . . . . .</i>	<i>52</i>
<i>Работа 3 (17)*. Блок сердца и электрокардиостимуляция . . . . .</i>	<i>55</i>
<i>Работа 4 (18). Особенности возбудимости сердца и экстрасистол . . . . .</i>	<i>56</i>
<i>Работа 5 (19). Регистрация давления в полостях сердца . . . . .</i>	<i>57</i>
<i>Работа 6 (20). Электрокардиография . . . . .</i>	<i>58</i>
<i>Работа 7 (21)*. Телеэлектрокардиография . . . . .</i>	<i>62</i>
<i>Работа 8 (22). Векторкардиоскопия . . . . .</i>	<i>62</i>
<i>Работа 9 (23). Фонокардиография . . . . .</i>	<i>65</i>
<i>Работа 10 (24). Баллистокардиография . . . . .</i>	<i>67</i>
<i>Работа 11 (25)*. Динамокардиография . . . . .</i>	<i>69</i>
<i>Работа 12 (26). Нервная регуляция работы сердца . . . . .</i>	<i>72</i>
<i>Работа 13 (27). Влияние гормонов и электролитов на работу сердца . . . . .</i>	<i>75</i>
<i>Работа 14 (28)*. Одновременное комплексное исследование функций сердца . . . . .</i>	<i>76</i>

#### Глава IV

<b>Физиология сосудистой системы.— И. Г. Власова . . . . .</b>	<b>78</b>
<i>Работа 1 (29). Измерение кровяного давления у человека (непрямой метод) . . . . .</i>	<i>78</i>
<i>Работа 2 (30). Длительная непрерывная регистрация частоты пульса с помощью пульсотакметра . . . . .</i>	<i>79</i>
<i>Работа 3 (31). Запись пульса на сонной артерии . . . . .</i>	<i>81</i>

\* Основная часть работ, приведенных в настоящем Практикуме, рассчитана на выполнение двумя студентами, а работы, отмеченные звездочкой, могут выполняться большей группой студентов или проводиться преподавателем в качестве демонстрационных.

<i>Работа 4 (32). Плетизмография (запись объемного пульса)</i>	82	<i>Работа 2 (57). Регистрация моторики изолированного отрезка тонкой кишки кролика — опыт Р. Магнуса</i>	116
<i>Работа 5 (33). Влияние раздражения сосудосуживающих волокон седалищного нерва на капилляры плавательной перепонки лягушки — опыт А. П. Вальтера</i>	83	<i>Работа 3 (58)*. Наблюдение характера моторики желудка у голодной собаки</i>	117
<i>Работа 6 (34)*. Сосудосуживающие нервы уха кролика — К. Бернара</i>	84	<i>Работа 4 (59)*. Электрогастрография (регистрация биотоков желудка у человека по методу М. А. Собакина)</i>	118
<i>Работа 7 (35)*. Влияние раздражения блуждающего и аортального нерва на кровяное давление</i>	85	<i>Работа 5 (60)*. Наблюдение выделения слизистой оболочкой желудка различных красителей</i>	119
<i>Работа 8 (36). Влияние адреналина на сосуды</i>	86	<i>Работа 6 (61). Слюноотделение у человека</i>	120
<i>Работа 9 (37). Измерение давления крови в остром опыте с помощью электронного измерителя давления — ЭИД-1</i>	87	<i>Работа 7 (62). Изучение механизмов всасывания различных растворов в остром опыте — опыт Р. Гейденгайна</i>	120
<i>Работа 10 (38)*. Регистрация артериального, венозного, объемного артериального пульса конечностей и тахоосциллограммы с помощью сфигмографа</i>	88	<i>Работа 8 (63). Определение скорости всасывания некоторых веществ у человека</i>	121
<i>Работа 11 (39)*. Реография</i>	91	<i>Работа 9 (64)*. Некоторые операции на пищеварительном тракте</i>	121
<b>Глава V</b>		<i>Работа 10 (65)*. Регистрация электрической активности мозга при голодании и насыщении</i>	126
<b>Дыхание.— Л. П. Дорина</b>	93	<i>Работа 11 (66)*. Исследование скорости секреции соляной кислоты железами желудка методом эндорадиозондирования</i>	126
<i>Работа 1 (40). Пневмография</i>	94	<b>Глава VIII</b>	
<i>Работа 2 (41). Определение минутного объема дыхания</i>	96	<b>Выделение.— В. И. Коновалов</b>	128
<i>Работа 3 (42). Спирометрия</i>	97	<i>Работа 1 (67)*. Наблюдение очистительной способности почек</i>	128
<i>Работа 4 (43). Спирография</i>	99	<i>Работа 2 (68). Выделительная способность легких</i>	129
<i>Работа 5 (44). Измерение силы мышц, участвующих в акте дыхания с помощью пневмотахометра</i>	101	<i>Работа 3 (69)*. Наблюдение мочевого выведения в условиях хронического опыта</i>	129
<i>Работа 6 (45)*. Определение химического состава альвеолярного воздуха</i>	101	<b>Глава IX</b>	
<i>Работа 7 (46). Оксигеметрия и оксигеометрия</i>	104	<b>Физиология желез внутренней секреции.— В. И. Коновалов</b>	130
<i>Работа 8 (47). Влияние некоторых факторов на регуляцию дыхания</i>	106	<i>Работа 1 (70)*. Влияние гипофизэктомии на окраску акселярии</i>	131
<i>Работа 9 (48)*. Гуморальные влияния на дыхание</i>	107	<i>Работа 2 (71). Влияние инсулина на уровень сахара в крови</i>	131
<b>Глава VI</b>		<i>Работа 3 (72)*. Антидиуретическое действие питуитрина</i>	131
<b>Обмен веществ и энергии. Питание.— К. Т. Ветчинкина</b>	108	<b>Глава X</b>	
<i>Работа 1 (49). Определение основного обмена с помощью спирометаболога (метод неполного газового анализа)</i>	108	<b>Терморегуляция.— В. И. Коновалов</b>	132
<i>Работа 2 (50). Расчет основного обмена по таблицам</i>	110	<i>Работа 1 (73). Изменение деятельности жизненно важных органов в процессе искусственного охлаждения (гипотермия) гомойотермного животного</i>	132
<i>Работа 3 (51). Определение расхода энергии при относительном покое и при нагрузке (по способу Дугласа — Холдена)</i>	112	<b>Глава XI</b>	
<i>Работа 4 (52). Вычисление основного обмена по формуле Рида</i>	112	<b>Физиология мышц и нервов.— К. М. Куланда</b>	133
<i>Работа 5 (53)*. Определение расхода энергии у животных с помощью респирационной камеры (метод полного газового анализа)</i>	113	<i>Работа 1 (74). Прямое и косвенное раздражение мышц. Сравнение возбудимости мышцы и нерва</i>	135
<i>Работа 6 (54)*. Исследование изменения обмена веществ при изменении температуры окружающей среды у пойкилотермных и гомойотермных животных</i>	114	<i>Работа 2 (75). Зависимость амплитуды сокращения изолированной мышцы от силы раздражения</i>	136
<i>Работа 7 (55). Составление пищевых рационов</i>	115	<i>Работа 3 (76). Запись и анализ развернутой кривой одиночного мышечного сокращения</i>	137
<b>Глава VII</b>		<i>Работа 4 (77). Суммация мышечных сокращений</i>	139
<b>Пищеварение.— Ю. В. Урываев</b>	116	<i>Работа 5 (78). Тетаническое сокращение поперечнополосатых мышц (зубчатый и гладкий танус)</i>	140
<i>Работа 1 (56). Наблюдение движения ресничек пищевода лягушки</i>	116		

<i>Работа 6 (79). Исследование особенностей сокращения гладких мышц . . . . .</i>	141	<i>Работа 13* (108)*. Хронические эксперименты на животных с вживленными электродами. Исследование роли гипоталамуса в формировании эмоций . . . . .</i>	197
<i>Работа 7 (80). Биологический метод демонстрации биоэлектрических явлений в возбудимых тканях — второй опыт Л. Гальвани и опыт К. Маттеучи . . . . .</i>	142	<i>Работа 14 (109)*. Хронические эксперименты на животных с вживленными электродами. Опыты по самораздражению животных Дж. Олдза . . . . .</i>	199
<i>Работа 8 (81)*. Микроэлектродная техника . . . . .</i>	144	<i>Работа 15 (110). Рефлексы человека, имеющие клиническое значение . . . . .</i>	200
<i>Работа 9 (82)*. Потенциал покоя (мембранный потенциал) клетки . . . . .</i>	148		
<i>Работа 10 (83)*. Потенциал действия клетки . . . . .</i>	151		
<i>Работа 11 (84)*. Механизм синаптической передачи возбуждения. Возбуждающий постсинаптический потенциал и тормозной постсинаптический потенциал . . . . .</i>	156	<b>Глава XIII</b>	
<i>Работа 12 (85). Потенциал действия нервного ствола . . . . .</i>	158	<b>Высшая нервная деятельность.—Е. И. Лебединская, Д. П. Билибин . . . . .</b>	203
<i>Работа 13 (86). Определение скорости проведения возбуждения по нерву . . . . .</i>	162	<i>Работа 1 (111)*. Натуральный условный рефлекс. Воспроизведение безусловного слюноотделительного и натурального условного слюноотделительного рефлекса у собаки . . . . .</i>	204
<i>Работа 14 (87). Наблюдение явления двустороннего проведения возбуждения по нерву . . . . .</i>	162	<i>Работа 2 (112)*. Выработка условного оборонительного рефлекса . . . . .</i>	204
<i>Работа 15 (88). Исследование некоторых функциональных свойств нервного ствола . . . . .</i>	163	<i>Работа 3 (113)*. Выработка условного двигательного пищедобывательного рефлекса . . . . .</i>	206
<i>Работа 16 (89). Составной характер потенциала действия нервного ствола и свойства нервных волокон — опыт Эрлангера и Гассера . . . . .</i>	165	<i>Работа 4 (114)*. Выработка секреторного условного рефлекса . . . . .</i>	207
<i>Работа 17 (90). Наблюдение за действием постоянного тока на возбудимые ткани (физиологический электрон) . . . . .</i>	166	<i>Работа 5 (115)*. Наблюдение внешнего торможения условного рефлекса . . . . .</i>	208
<i>Работа 18 (91). Оптимум и пессимум частоты и силы раздражения . . . . .</i>	167	<i>Работа 6 (116)*. Изучение различных видов внутреннего торможения . . . . .</i>	209
<i>Работа 19 (92). Парабиоз и его фазы . . . . .</i>	168	<i>Работа 7 (117)*. Изучение интероцептивных условных рефлексов . . . . .</i>	210
<i>Работа 20 (93). Запись работы мышц человека (эргография) . . . . .</i>	169	<i>Работа 8 (118). Выработка сосудистых условных рефлексов у человека . . . . .</i>	211
<i>Работа 21 (94)*. Регистрация биотоков мышц (электромиография) . . . . .</i>	171	<i>Работа 9 (119). Изучение некоторых особенностей высшей нервной деятельности человека с помощью радиорефлексометра . . . . .</i>	212
<i>Работа 22 (95). Определение двигательной хронаксии у человека (хронаксиметрия) . . . . .</i>	172	<i>Работа 10 (120)*. Применение электроэнцефалографии при изучении высшей нервной деятельности . . . . .</i>	213
		<i>Работа 11 (121). Изучение подвижности нервных процессов у человека . . . . .</i>	214
<b>Глава XII</b>			
<b>Физиология центральной нервной системы. — К. М. Кулланда . . . . .</b>	174	<b>Глава XIV.</b>	
<i>Работа 1 (96). Анализ рефлекторной дуги . . . . .</i>	175	<b>Физиология анализаторов. — Д. П. Билибин, Е. И. Лебединская . . . . .</b>	216
<i>Работа 2 (97). Исследование функции корешков . . . . .</i>	176	<i>Работа 1 (122). Исследование зависимости ощущения от изменения интенсивности раздражения . . . . .</i>	216
<i>Работа 3 (98). Определение времени спинномозгового рефлекса . . . . .</i>	177	<i>Работа 2 (123). Эффекты разрушения лабиринтов . . . . .</i>	217
<i>Работа 4 (99). Рецептивное поле спинномозгового рефлекса . . . . .</i>	178	<i>Работа 3 (124). Исследование тактильной чувствительности . . . . .</i>	217
<i>Работа 5 (100). Центральное торможение спинномозговых рефлексов — опыт И. М. Сеченова . . . . .</i>	179	<i>Работа 4 (125). Исследование температурной чувствительности (термоэстензиометрия) . . . . .</i>	218
<i>Работа 6 (101). Определение времени рефлекторной реакции у человека . . . . .</i>	180	<i>Работа 5 (126). Определение порога вкусовой чувствительности . . . . .</i>	219
<i>Работа 7 (102)*. Отведение биотоков головного мозга человека — электроэнцефалография . . . . .</i>	182	<i>Работа 6 (127). Определение остроты обоняния . . . . .</i>	219
<i>Работа 8 (103). Отведение вызванных потенциалов от коры больших полушарий головного мозга . . . . .</i>	185	<i>Работа 7 (128). Определение остроты и поля зрения . . . . .</i>	220
<i>Работа 9 (104). Свойства первичных ответов и вторичных реакций коры больших полушарий головного мозга . . . . .</i>	188	<i>Работа 8 (129). Исследование бинокулярного зрения с помощью диплоскопа . . . . .</i>	222
<i>Работа 10 (105). Дендритные потенциалы (прямые корковые ответы) коры мозга и их свойства . . . . .</i>	191	<i>Работа 9 (130). Сравнение воздушной и костной проводимости звука . . . . .</i>	223
<i>Работа 11 (106)*. Вызванные потенциалы коры мозжечка . . . . .</i>	192	<i>Работа 10 (131). Определение остроты слуха с помощью речевого аудиометра . . . . .</i>	223
<i>Работа 12 (107)*. Отведение вызванных потенциалов от подкорковых образований. Стеореотаксическая техника . . . . .</i>	194	<i>Работа 11 (132). Исследование функциональной мобильности рецепторных образований . . . . .</i>	225

**Часть II**  
**ПРОГРАММИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**ПО ОСНОВНЫМ РАЗДЕЛАМ КУРСА**  
**ФИЗИОЛОГИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО**  
**КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

*К. М. Кулланда*

Введение . . . . .	227
Раздел I. Кровь . . . . .	230
Раздел II. Сердце . . . . .	238
Раздел III. Сосудистая система . . . . .	246
Раздел IV. Дыхание . . . . .	254
Раздел V. Пищеварение . . . . .	252
Раздел VI. Обмен веществ и энергии . . . . .	277
Раздел VII. Выделение и терморегуляция . . . . .	278
Раздел VIII. Вегетативная нервная система . . . . .	285

Раздел IX. Железы внутренней секреции . . . . .	294
Раздел X. Мышцы и нервы, мышечные и нерв- ные клетки . . . . .	302
Раздел XI. Центральная нервная система.— <i>К. М. Кулланда, Д. П. Билибин</i> . . . . .	310
Раздел XII. Анализаторы . . . . .	318
Раздел XIII. Высшая нервная деятельность . . . . .	328

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

I. Некоторые методы обработки результатов фи- зиологических экспериментов.— <i>Г. Ф. Калистратов</i>	338
А. Принципы статистической обработки результа- тов физиологических экспериментов	338
Б. Элементы количественных методов обработки результатов физиологических экспериментов	340
II. Основные физиологические константы организ- ма человека . . . . .	343
III. Подсобные таблицы . . . . .	346



Редактор *В. Д. Быков*  
Техн. редактор *Н. С. Кузьмина*  
Корректор *М. П. Молокова*  
Художественный редактор *Н. И. Синякова*  
Переплет художника *Г. Л. Чижевского*

---

Сдано в набор 28/V 1969 г. Подписано к печати  
9/II 1970 г. Формат бумаги  $84 \times 108^{1/16}$  23,00 печ. л.  
(условных 38,64 л.) 31,81 уч.-изд. л. Бум. тип. № 2.  
Тираж 50 000 экз. МУ-21

---

Издательство «Медицина». Москва, Петровериг-  
ский пер., 6/8  
Заказ 376.  
Цена 1 р. 29 к.

Ярославский полиграфкомбинат Главполиграф-  
прома Комитета по печати при Совете Министров СССР.  
г. Ярославль, ул. Свободы, д. 97.



ИСТОРИЯ И ПРАКТИКА